

UNIVERSITY OF HAWAII  
JUL 30 1959

# HYDROBIOLOGIA

ACTA HYDROBIOLOGICA HYDROGRAPHICA ET  
PROTISTOLOGICA

## EDITORES:

Gunnar Alm  
Drottningholm

U. d'Ancona  
Padova

Kaj Berg  
København

E. Fauré-Fremiet  
Paris

Fr. Gessner  
München

H. Järnefelt  
Helsinki

C. H. Mortimer  
Millport

G. Marlier  
Congo-belge

P. van Oye  
Gent

W. H. Pearsall  
London

W. R. Taylor  
Ann Arbor

K. Ström  
Oslo

M. Uéno  
Kyoto

N. Wibaut-Isebree Moens  
Amsterdam

Secretary: Prof. Dr. P. van Oye  
St. Lievenslaan 30 Gent Belgium









5456-274

# Niederrheinische Stechmücken

## Ein Beitrag zur Ökologie der Culiciden

Von

WOLFGANG KNOTT

Mönchengladbach

### I. EINLEITUNG

Ziel dieser Arbeit war es, durch kontinuierliche Beobachtungen, nicht so sehr durch stichprobenartige Einzelbefunde, die Culiciden in ihrer natürlichen Umwelt zu studieren.

Zwei Gebiete wurden zur Untersuchung ausgewählt: A. Das Hülserbruch bei Krefeld und B. Das Nette-Gebiet bei Kaldenkirchen. Meist handelt es sich dabei um Naturschutzgebiete, die noch einen verhältnismäßig natürlichen Charakter zeigen. Ein ebenso wichtiger Grund für die getroffene Auswahl war der relativ große Wasserreichtum der Landschaft.

Vom Oktober 1954 bis zum Juni 1956 konnten 14 Culiciden-Arten festgestellt werden. Nach den vorhandenen Möglichkeiten sind die hier erlangten Ergebnisse als durchaus befriedigend zu betrachten.

Die Auswertung der Untersuchungsergebnisse erfolgte in der Limnologischen Station Niederrhein, Krefeld-Hülserberg. Die Station ist eine Außenstelle der Hydrobiologischen Anstalt der Max-Planck-Gesellschaft zur Förderung der Wissenschaften in Plön.

Freundliche fachliche Hilfe erhielt der Verf. durch die Herren Prof. Dr. PEUS, Berlin, Prof. Dr. WEYER, Hamburg, und Dr. MANNHEIMS, Bonn. Ihnen sei auch hier herzlich dafür gedankt.

Auf eine ausführliche Literaturbesprechung mußte aus drucktechnischen Gründen verzichtet werden. Es wird auf die ausführlichere Original-Arbeit verwiesen. Ebenso wird als Ergänzung auf die Arbeit des Verf. in „Gewässer und Abwässer“ 1957 hingewiesen.

### II. METHODIK

Es stand das Bestreben im Vordergrund, in der kurzen Zeit sowohl hinsichtlich der Qualität und Quantität der Culiciden-Fauna ein möglichst umfassendes Bild zu erhalten als auch die verschiedenen Biotope klimatisch

und hydrographisch in ihrem j a h r e s z e i t l i c h e n Rhythmus zu erfassen.

Lufttemperatur, relative Luftfeuchtigkeit und absoluter Luftdruck wurden am Hülserberg mit einer LUFFT-Fensterwetterwarte gemessen. Diese befand sich an der Nordost-Seite eines Holzschuppens, 30 m über NN. Die Stelle war wind- und regengeschützt und erhielt höchstens frühmorgens von Mai bis August Sonne, deren Wirkung aber durch ein Schutzbrett noch sehr vermindert werden konnte. Nacht-Minimum-Temperaturen blieben unberücksichtigt. Dreimal täglich um 8.00, 12.30 und 17.00 Uhr wurden die Werte der Meßgeräte notiert.

Die Lufttemperaturen der anderen Gebiete sowie alle Wassertemperaturen wurden mit einem geeichten Quecksilber- oder Weingeistthermometer ermittelt. Über die Art und Weise der Messung wird bei der jeweiligen Fundstelle berichtet werden. Lufttemperaturen sind stets für den Schattenbereich zu verstehen.

Stärke von Regen und Wind, Windrichtung und Sonnenschein wurden viermal am Tage um 8, 11, 14 und 17 Uhr vermerkt.

Bei der Wasseruntersuchung von Brutplätzen wurden nach Möglichkeit die Wasserstoffionenkonzentration, die Gesamthärte, die Alkalinität oder das Säurebindungsvermögen, die Karbonathärte, (Chlor), Ammoniakverbindungen, Schwefelwasserstoff und organische Stoffe berücksichtigt. Dazu kamen Beobachtungen über Wasserveränderungen der Biotope nach Farbe, Geruch und Durchsichtigkeit. Sauerstoffprüfungen, die wegen der typischen Atmungsweise der Culiciden-Larven von zweitrangiger Bedeutung sind, wurden nirgendwo durchgeführt. In Baumhöhlenwasser konnte SCHMIDT (1926, S. 219, 222) nach der Methode von WINKLER niemals Sauerstoff in nachweisbaren Mengen finden.

Der Universal-Indikator flüssig MERCK  $\text{pH}^4$ — $\text{pH}^9$  wurde zur Feststellung der Wasserstoffionenkonzentration verwandt. — Zum Nachweis der Gesamthärte (GH) fand das Verfahren nach BOUTRON & BOUDET mit alkoholischer Seifenlösung Anwendung. — Die Alkalinität oder das Säurebindungsvermögen (SBV) ergab die Titration von 100 ccm Probenwasser mit einer n/10 Salzsäure und Bromkresolgrün-Methylrot als Indikator. Bei Vorhandensein von weniger als 100 ccm des zu bestimmenden Wassers oder starker Trübung wurde mit Aqua dest. auf 100 ccm aufgefüllt und der erhaltene Wert entsprechend umgerechnet. — Aus dem SBV-Wert ergibt sich die Karbonathärte (KH) durch Multiplikation mit 2,8. — Die Nichtkarbonathärte (NKH) erhält man bei Berechnung des Differenzwertes der beiden anderen Härtearten (GH und KH). Meist ergibt sich ein brauchbarer positiver Wert nur dann, wenn das Probenwasser alkalisch ist. Es kommt jedoch öfter vor, z. B. in Baumhöhlen und abwasserverschmutzten Tümpeln, daß die Gesamthärte gleich oder geringer als die Karbonathärte ist. Dann liegt keine Nichtkarbonathärte vor, und die Gesamthärte ist wahrscheinlich nur Karbonathärte. Deren Überschuß wird durch Bikarbonate und Karbonate der Alkalimetalle verursacht. Die Verwicklungen derartiger Korrelationen ist offensichtlich. Deshalb ist die Berechnung des Nichtkarbonathärtewertes bei den vorgenommenen Untersuchungen unterblieben. — Soweit der Chlorgehalt bestimmt wurde, erfolgte Titration von 100 ccm Probenwasser mit n/100 Silbernitratlösung und Kaliumchromat als Indikator. —  $\text{NH}_4$ -Verbindungen,  $\text{H}_2\text{S}$  und organische Stoffe wurden nur qualitativ erfaßt bzw. quantitativ in den drei Stärkestufen: stark — mittel — schwach. Ammoniaknachweis erfolgte mit dem Reagens nach NESSLER, das auf die geringsten Spuren anspricht.  $\text{H}_2\text{S}$  wurde mit Bleiazetatpapier von MERCK durch Erhitzen des schwach mit Salzsäure versetzten Probenwassers ermittelt. Organische Stoffe entfärben



durch ihre reduzierende Wirkung Kaliumpermanganatlösung und zeigten hierdurch ihre Anwesenheit.

Die Bestimmungen von GH, SBV und KH erfolgten je nach Möglichkeit viewöchentlich, pH,  $\text{NH}_4^+$ ,  $\text{H}_2\text{S}$  und organische Stoffe wöchentlich. Allein die pH-Wert-Messung geschah an Ort und Stelle; alle anderen Bestimmungen wurden im Labor vorgenommen und zwar möglichst bald nach der Probenentnahme.

Das Sammeln des Culiciden-Materials — Eier, Larven, Puppen und Imagines — geschah auf die schon oft beschriebene Art und Weise. Neben den ebenfalls vielfach üblichen Aufbewahrungsmethoden wurde bei den Larven erstmals eine andere Art der Dauerpräparation angewandt. Die frisch gefangenen Tiere kommen in 96 %igen vergällten Alkohol, in dem sie zwei Tage liegen. Darauf gibt man sie zwei Stunden in absoluten Alkohol. Nun legt man die Larven, nachdem ihre Analsegmente mit einer Schere vom übrigen Körper getrennt wurden, in einen genügend großen (entsprechend dem Objekt) Tropfen Celodal II auf den Objektträger; die letzten Glieder mit dem Atemrohr ebenfalls. Sobald beide Objekte etwas in das zähflüssige Celodal eingesunken sind, gibt man einen Tropfen 10 %ige Oxalsäure zu und legt vorsichtig ein Deckgläschen auf. Die Säure wirkt bei dem Prozeß als Härter. Nach ca. 6 Monaten empfiehlt es sich, den Rand des Präparates mit Luftlack zu umziehen, damit eine Austrocknung und Luftblasenbildung verhindert wird.

Diese Methode hat den Vorteil, daß beim sonst üblichen Kochen in Kalilauge der damit meist verbundene Verlust von Borsten u. a. unterbleibt, daß aber trotzdem durch die Oxalsäure das Objekt mehr oder weniger, meist jedoch genügend aufgehellt wird. Hersteller des Kunststoffes „Celodal“ ist u. a. die Farbenfabriken Bayer A. G. (Sero-Bakt. Abteilung) in Leverkusen. Ebenso ist die von mir geschilderte Präparationsmethode lediglich eine Abwandlung der von den Bayerwerken grundsätzlich für die Konservierung biologischer Präparate bereits beschriebenen Methode.

### III. DIE UNTERSUCHUNGSGEBIETE IM ALLGEMEINEN

#### Topographie

Alle Larvenfundstellen lagen zwischen den Meereshöhen von 30 m bis 39 m. Die höchsten Bodenerhebungen, an denen Imaginalfänge gemacht wurden, lagen 62 m (Hülserberg) und 70 bis 80 m (Hinsbecker Höhen) hoch. Diesbezügliche faunistische Unterschiede waren nicht festzustellen.

Unter dem Hülserbruch-Gebiet ist ein 6—9 qkm großes Territorium zu verstehen, welches sich innerhalb der direkten Linie zwischen Hüls und Moers befindet. Die topographische Aufnahme des Geländes von 1940 zeigt deutlich eine regelmäßige Felderung und Wegeaufteilung des Bruches, so daß schon hieraus der Einfluß des Menschen auf das Gebiet kenntlich wird. Natürliche Wasserbecken sind noch in geringer Zahl vorhanden. Das Pflanzenkleid des Gebietes — vom bebauten Land abgesehen — besteht vorwiegend aus Laubwald mit eingesprengten kleinen Nadelwaldbezirken.

Weitläufiger als diese Landschaft ist der untersuchte Raum im



Nette-Gebiet. Insgesamt umfaßt dieser ca. 12 qkm Bodenfläche und zwar zwischen Leuth (westl.) und Hinsbeck (östl.) und zwischen Poelvenn-See (nördl.) und dem Eisenbahndamm, der mitten durch den De Witt-See verläuft (südl.). Die Landschaft ist einmal durch die verhältnismäßig großen Seen und Brüche, zum anderen durch die bebauten Ackerflächen charakterisiert. Vom Nadelwald abgesehen trifft man hier jede Form der Vegetation an: vom reinen Laubwald angefangen bis zu Heide und Ödland. Kleinere Ansiedlungen – zwischen fünf und zwanzig Häuser, meist mit Landwirtschaft – sind hier und dort im Gebiet verteilt.

## Geologie

Die 30 km auseinander liegenden Untersuchungsräume machen eine getrennte geologische Besprechung notwendig.<sup>1)</sup>

Das Hülserbruch-Gebiet im weiteren Umfang – meist zwischen 30 m und 33 m über NN – hat unter 0 m NN und bis zu 10 m über NN tertiäre Ablagerungen. Westlich vom Hülserberg schichten sich darüber Flußaufschüttungen der Mittel- und der Niederterrasse des Diluviums, Bodenbewegungen der letzten und vorletzten Eiszeit. Abschließend finden sich Aufschüttungen der kleinen Nebenrinnen und Trockentäler von alluvialer Herkunft. Vom Hülserberg nach Osten hin fällt die letztgenannte Bodenschicht fort, und es finden sich in ungefähr gleicher Höhe die Terrassenbildungen des westlichen Gebietsteiles. Die Bodenerhebungen in der nahen Umgebung des Hülserbruches, vor allem aber der Hülserberg selbst, sind von besonderem geologischen Interesse. Letzterer zählt mit noch anderen Erhebungen zu den äußersten Stellen der großen Inlandeisbedeckung. Knapp ein Kilometer westlich der Bergspitze und ein Kilometer östlich zeugen heller, quarzreicher Kies und Sand von der Stau-moräne der vorletzten Eiszeit bis zu einer Tiefe von nahezu 10 m über NN. Diese Bodenart bildet die Hauptmasse des Berges, die nur im Osten von einer rund 10 m dicken Schicht aufgestauchten Kiesel, vorwiegend einheimischen Ursprungs, überlagert wird.

Die Bodenschichten des Nette-Gebietes von 0 m bis zu 40 m über NN zeigen diluvialen Ursprung, Flußaufschüttungen der Haupt- und Niederterrasse, teilweise überlagert von Decksanden und Decklehm. Unter 0 m setzt sich der Boden aus tertiären Schichten zusammen.

## Meteorologie

Das Studium der Meteorologischen Jahrbücher 1930 bis 1951 ließ keine bedeutsamen Veränderungen hinsichtlich Niederschlag und

---

<sup>1)</sup> Eingehende geologische Abhandlungen siehe STEEGER 1925 u. 1928.



Lufttemperatur – wohl die wichtigsten Klimafaktoren für die Culiciden-Biologie – bei den Beobachtungsgebieten innerhalb dieser zwei Jahrzehnte erkennen.

Die Niederschlagsmengen bewegten sich zwischen den beiden Extremen von knapp 1.000 und 500 mm im Jahr. In den letzten zehn Jahren haben die Niederschläge in geringem Maße zugenommen. Ebenso sind die Schwankungen zwischen den minimalen und maximalen Mengen größer geworden. Die Niederschlagsmenge war am höchsten im Juli/August und am geringsten im Februar/März.

Eine weitergehende Besprechung der Niederschlagsverhältnisse ist deshalb hier unangebracht, da für die Wasserführung der Culiciden-Brutplätze auch das Grundwasser eine ganz entscheidende Bedeutung hat. Dessen unregelmäßige Schwankungen verliefen aber – besonders in den letzten Jahren – derartig, daß gesetzmäßige Zusammenhänge zwischen den einzelnen Komponenten: Niederschlag, Grundwasser und Brutplätze nicht festzustellen waren.

Wenn man die Temperaturwerte der Jahrestagesmittel vergleicht, stellt man keine wesentliche Änderung fest, ja die Schwankungen für verschiedene niederrheinische meteorologische Stationen bewegten sich nur zwischen 9° und 10,5° C. Eine deutliche Veränderung zeigten die Monatsmittel, die sich aber eigenartigerweise so verhielten, daß die Jahresmittel, wie schon gesagt, über einen längeren Zeitraum fast gleich waren. Die höchsten Temperaturen hatten wechselnd Juli und August, die tiefsten Januar und Februar; meist war jedoch der letzte Monat der kältere.

Die Meeresnähe wirkte sich auf die Luftdruckverhältnisse so aus, daß die Durchschnittswerte im Jahr unter oder nahe bei 760 mm lagen; es war also im linken Niederrhein-Gebiet relativ niedriger Druck vorherrschend.

Bei der Verteilung der Windrichtungen hatten die West- und Südwestwinde den größten Anteil, ebenfalls bedingt durch die Nähe des Atlantiks.

Als Beispiel für die Verhältnisse der relativen Luftfeuchtigkeit seien eigene Messungen im Jahre 1955 angeführt (Meßort s. o.). Dabei kann es sich nur um ein Beispiel handeln, denn fast kein klimatischer Faktor schwankt so sehr von Ort zu Ort und von Zeit zu Zeit wie dieser. Trotzdem unterschied sich während der Untersuchungszeit der mittägliche relative Luftfeuchtigkeitswert der amtlichen Meßstelle in Düsseldorf nie mehr als  $\pm 10\%$  vom abgelesenen Wert am Hülserberg. Dort wurden nie Tageswerte unter 40 % gemessen. An 40 Tagen des Jahres wurden 100 % notiert; 15 Tage von diesen betrug die relative Luftfeuchtigkeit den ganzen Tag 100 %. An 4 von den 40 Tagen stieg das Hygrometer bis 18 Uhr auf 100 %. Durchschnittsberechnungen der 8-Uhr-Messung



ergaben für 45 Wochen Werte zwischen 80 % und 100 %; bei der 12-Uhr-Messung wurden in 33 Wochen Angaben zwischen 60 % und 80 % notiert; die 17-Uhr-Messung zeigte Werte zwischen den Ergebnissen von 8 Uhr und 12.30 Uhr. Durchschnittswerte von 12.30 Uhr und 17 Uhr unter 60 % konnten nur in 8 Wochen des Jahres beobachtet werden. Aus diesen Angaben läßt sich, wenigstens für hiesige waldbestandene und parkähnliche Landschaften, der Schluß ziehen, daß diese überwiegend feuchtes Klima haben.

Im ganzen gesehen herrscht also am Niederrhein, in dem Gebiet, das man gewöhnlich unter diesem Begriff versteht, ein typisch ozeanisches oder atlantisches Klima: bei Seewind im Winter warmes, mildes – im Sommer kühles und vor allem feuchtes Wetter. Östliche Winde dagegen verursachen meist kurzzeitig kontinentales Klima: im Winter Kälte, im Sommer Hitze, immer aber mit relativ großer Trockenheit.

#### IV. DIE UNTERSUCHUNGSGEBIETE IM EINZELNEN

##### A. Das Hülserbruch bei Krefeld

In nördlicher Richtung von Krefeld liegen der Hülserberg und das Hülserbruch. Nur noch Reste davon sind als Naturschutzgebiete erhalten. Von der „Urhaftigkeit“ der Bruchlandschaft vor mehreren Jahrzehnten gibt uns HÖPPNER (1927) ein anschauliches Bild. Zu Anfang des jetzigen Jahrhunderts setzte dann eine durch Kulturmaßnahmen bedingte Änderung ein. In den Zwanziger Jahren verschwanden durch intensive Entwässerung die Sümpfe und moorigen Stellen fast ganz. Von diesen Maßnahmen zeugen heute noch die zahlreichen künstlichen Gräben, die aber zum allergrößten Teil selbst nach der Schneeschmelze vielfach trocken liegen. Der durch die geringe Kälte im Winter wenig gefrorene Boden saugt das Wasser rasch auf.

Als Großgewässer ist allein der Niepkuhlenzug anzusprechen. Es handelt sich dabei um teichartige, einstige Rheinarme, die nach ihrer Verlandung als Torfstiche dienten, sich wieder mit Wasser füllten und heute zum zweiten Male dabei sind, zu verlanden. Am Ufer ziehen sich sumpfige Erlenbrüche entlang. Kleingewässer – darunter seien Tümpel, Grabenabschnitte und Bombentrichter verstanden – findet man nur noch an wenigen Stellen. Im Gegensatz zu ehemals zahlreichen Fließgewässern sieht man diese kleinen Wasserlebensräume in verhältnismäßig großer Anzahl im Februar und März, den bodenwasserreichsten Monaten. Mitte Juli bis August und später ist in der Regel selbst im verdunstungsgeschützten Waldgebiet diese Art von Gewässern vollkommen trocken. Nicht so sehr fehlende Nie-



derschläge als vielmehr durch große Wasserentnahmen bedingte Grundwasserspiegelsenkung auf weite Strecken hin sind als Hauptgrund dafür anzusehen. Zwangsläufig erhebt sich für uns der Fragenkomplex: Inwieweit hat die Veränderung des Bodenklimas, des Pflanzenkleides und der Wasserverhältnisse Einfluß auf die Artzusammensetzung der Culiciden seit der Zeit der Urtümlichkeit dieser Landschaft genommen? Leider liegen darüber keine Beobachtungsergebnisse vor, so daß im folgenden nur von den augenblicklichen Verhältnissen mit Bezug auf das Vorkommen der Culiciden berichtet werden kann.

## 1. Die Hauptfundstellen und ihre jahreszeitlichen Änderungen

In der Umgebung des Hülserberges wurden das Naturschutzgebiet „Waldwinkel“, der ehemalige Molenaar-Park und das engere Hülserbruch näher untersucht. An verschiedenen Stellen dieser Bezirke, die sich unwesentlich unterschieden, wurden Imagines gefangen. Die Artenzusammensetzung war im Hinblick darauf im großen und ganzen dieselbe. Von besonderem ökologischen Interesse schien die Beobachtung fünf verschiedener Larvenfundstellen zu sein. Es handelt sich um einen Tümpel (A) im Molenaar-Park, drei Baumhöhlen (N), (P), (T) und die Waldwinkel-Niepkuhle (K).

### a. Der Tümpel (A)

**Allgemeines.** Dieses Auwald-Gewässer ist ein typischer *Aedes*- Brutplatz, welcher in der Regel im Sommer und Herbst, etwa von Mitte Juli bis Oktober/November, mehr oder weniger trocken ist. An den ellipsenähnlichen Tümpel schließt nach Südosten ein Graben an, der vielleicht früher als Wasserzulauf diente, heute aber nichts dergleichen erkennen läßt. An der Südseite des Gewässers ist eine kleine Einleitung von häuslichen Abwässern. Die Wasseroberflächenausdehnung schwankt sehr je nach dem Wasserstand. Bei größter Wasserfüllung beträgt sie etwa 400 qm, die mittlere Tiefe 1 m und die maximale Tiefe 1,5 m. Der Uferabfall ist gering und nur an einer Stelle steil. Um den Tümpel steht lichter Laubwald mit viel Unterholz, vornehmlich Gestrüpp von Brombeeren (*Rubus caesius*), das bis ans Ufer reicht. Hier und da wird es durch dichte Brennesselbestände (*Urtica dioica*) unterbrochen. An der nordwestlichen Seite wächst eine Trauerweide (*Salix*), deren Laub im Herbst dominierend im vorderen großen Teil des Gewässers zu finden ist.

Ungehinderte **Windwirkung** ist nicht möglich. Starker Wind vermag die Wasserfläche nicht mehr als starker Regen zu bewegen.

Die Sonneneinstrahlung ist analog der Ausbildung des Laubdaches: im Spätherbst, Winter und zeitigen Frühjahr dem Sonnenstand entsprechend größer als im Sommer. Wirkungsmäßig ist sie jedoch wegen des aufgelockerten Baumbestandes im Sommer größer.

Wasserführung. Von maßgeblicher Bedeutung für die physikalischen und chemischen Eigenschaften eines Kleingewässers ist der Wasserstand. Deshalb möge man zu Anfang der hydrographischen Diskussion den Verlauf des Wasserstandes der Jahre 1955 und 1956 beachten (Abb. 1).

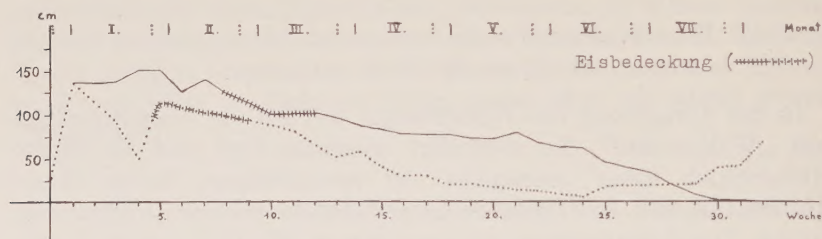


Abb. 1. Wasserführung des Tümpels (A) 1955 (—) u. 1956 (.....).

Die Wasserfüllung des Tümpels rührt hauptsächlich daher, daß das von Regenfällen gespeiste Grundwasser dort als ein sogen. „Fenster“ zutage tritt. Der oben erwähnte Graben bringt selbst bei lang anhaltendem Regen kein Wasser zu, sondern nimmt bei hoher Wasserführung des Tümpels solches in sich auf. Zwei bis drei Tage nach andauerndem Regen steigt das Wasser sichtlich, um nach der gleichen Zeit, wenn weitere Niederschläge ausbleiben, zu sinken. Die Gründe für das Austrocknen sind sowohl im Wasserverbrauch der Landschaft als auch dem der Städte und Industrien zu suchen, die auf weite Strecken Grundwasser an die Verbrauchsorte ziehen. Nachdem der Tümpel sich im Winter mit einer beständigen Eisschicht bedeckt hat, senkt sich nach acht Tagen der Wasserspiegel: die zuerst dunkle Eisschicht „färbt“ sich weiß, bricht am Uferrande und fällt zur Mitte hin ab.

Thermik. Die Temperaturmessungen erfolgten in der Regel etwa 40 cm vom Ufer entfernt, in 10 cm Wassertiefe, um einen Mittelwert zwischen den Wasserschichten am Ufer und denen mehr in Gewässermitte zu erhalten. Um 8.00, 12.30 und 17.00 Uhr fanden die Messungen statt.

Die Abbildungen 2, 3 und 4 zeigen für die Halbjahre 1955 und 1956 den Verlauf der Wassertemperatur und die Larvenentwicklung (Zusammenhänge hinsichtlich der Larvenökologie werden bei der Besprechung der einzelnen Arten diskutiert werden). Bei Abbildung 2 und 4 lassen die Vergleiche zwischen der Lufttemperatur und der



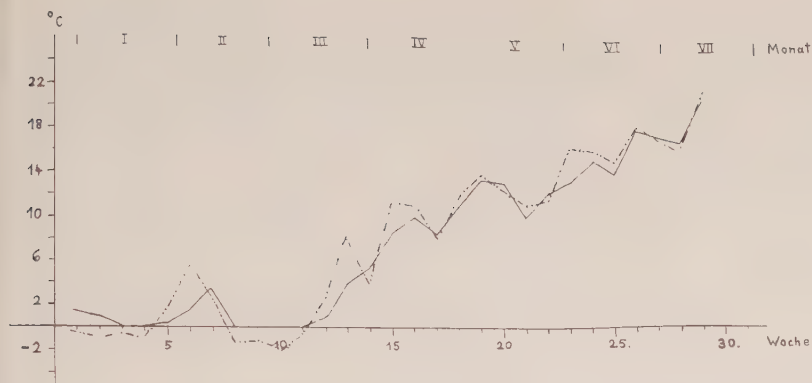


Abb. 2. Wochenmittel-Temperaturen der Luft (— · — ·) und des Tümpels (A) (—) 1955.

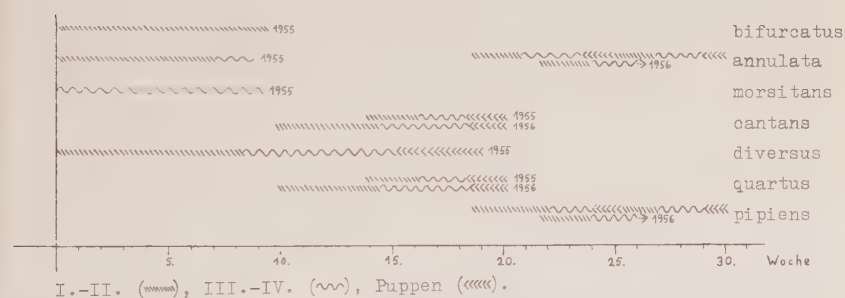


Abb. 3. Verteilung der gefundenen Culiciden-Arten und -Stadien im Tümpel (A) 1955 u. 1956.

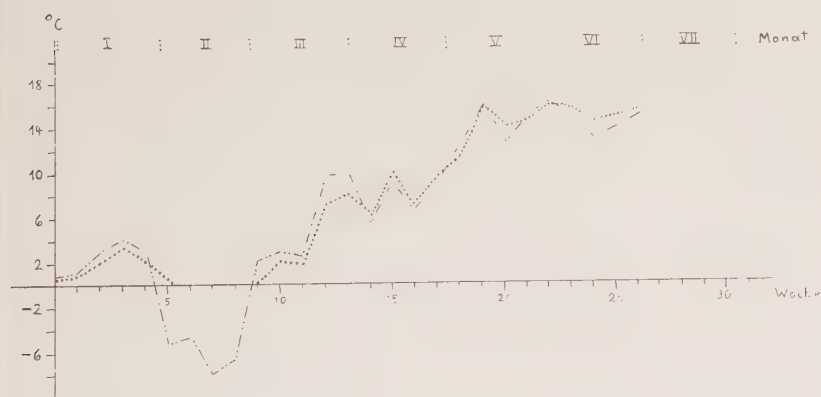


Abb. 4. Wochenmittel-Temperaturen der Luft (— · — ·) und des Tümpels (A) (.....) 1956.

Wassertemperatur erkennen, daß letztere einen ausgeglicheneren Verlauf hat, während selbst die Wochentagesmittel der Luft starke Schwankungen aufweisen. Es fällt weiter auf, daß die Kurve der Wassertemperatur 1956 ungleichförmiger verläuft als 1955. Die Erklärung für dies Phänomen ergibt sich bei der vergleichenden Betrachtung der Wasserstandskurven.

Der größte Temperaturunterschied im Wasser innerhalb von 4 Stunden (8—12 Uhr) wurde am 28. VI. 1955 mit  $10^{\circ}$  ( $14^{\circ}$ — $24^{\circ}$  C) gemessen; der Lufttemperaturunterschied betrug dagegen nur  $3^{\circ}$  ( $19^{\circ}$ — $22^{\circ}$  C) im Schatten (!), während der Tümpel, der zu dieser Zeit lediglich einer großen Pfütze mit knapp 20 cm Wasserstand glich, mehr oder weniger besonnt war.

Wie relativ Temperaturangaben sein können, beweisen folgende Beobachtungen: An einer sehr flachen (5 cm) Stelle des Tümpels betrug die Temperatur am 22. VI. 1955 um 12.30 Uhr  $24^{\circ}$  C, während für die übliche Meßstelle knapp  $20^{\circ}$  C gemessen werden konnten. Zu Ende des Winters 1956, am 9. III., wurden unter der 1 cm dicken Eisschicht in 10 cm Wassertiefe auf dem abfallenden Ufergrund  $4^{\circ}$  C um 12.30 Uhr in voller Sonne gemessen. Um diese Zeit begann das Schlüpfen der *Aedes*-Larven, wozu solche vorübergehenden Temperaturhöhen den Ausschlag geben können.

Im Winter des Jahresbeginns 1956 betrug die Stärke der Eisdecke am 8. II. durchschnittlich 15 cm, während im Jahr davor eine stärkste Eisschicht von 5 cm gemessen wurde. Dieser Unterschied machte sich beim Tauen sehr bemerkbar, da durch Schmelzprozesse lange Zeit die Wassertemperaturen – im Gegensatz zu den Lufttemperaturen – nahe bei  $0^{\circ}$  gehalten wurden und damit den Schlüpftermin der Larven verzögern können.

**Chemismus.** Die Wasserstoffionenkonzentration wurde in den meisten Fällen an der gleichen Stelle gemessen. Zur Veranschaulichung der pH-Werte dient Abbildung 5. Für die Stechmückenbiologie ist festzuhalten, daß der von den Larven zu ertragende pH-Bereich der Schwankung nach sehr gering war.

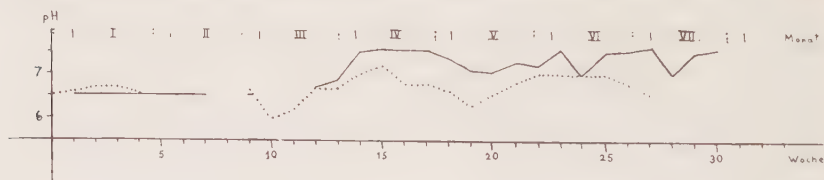


Abb. 5. pH-Wert-Verlauf im Tümpel (A) 1955 (—) u. 1956 (.....).

Die Ergebnisse der SBV-Bestimmung und die Meßwerte für die Karbonathärte sind in Tabelle IV verzeichnet; die beiden Größen SBV und KH sind direkt proportional.



Die Gesamthärte, welche alle Erdalkalien, also neben den Karbonaten auch die Sulfate und Chloride des Magnesiums und des Kalziums erfaßt, ging während der Beobachtungen nicht über 10° DH hinaus. Ein Minimum von 2,5° DH wurde am 5. III. 1956 (10. Woche) nach der Eisschmelze und zur Zeit des Larvenschlüpfens der Aedinen gemessen. Ein krasser Wechsel von niedrigen zu hohen Werten, wie er z.B. in Baumhöhlen vorkam, wurde nie beobachtet. Die gesamten Ergebnisse wolle man in der Tabelle IV nachsehen.

Zur Zeit der Jahreswende erreichte die Schwefelwasserstoffentwicklung ihr Maximum, fiel ziemlich bald ab und erreichte ein Minimum vor der Eisbedeckung. Sobald sich die erste Eisschicht gebildet hatte, trat durch verhinderte Oberflächenbewegung ein erneuter hoher, gut erkennbarer Schwefelwasserstoffgehalt auf. Sank der Wasserspiegel unter der Eisdecke, dann strömte durch die somit entstehenden kleinen Risse im Eis Luft in die sich bildenden Hohlräume, ebenso aber reicherte sich der entstandene Raum auch sehr mit  $H_2S$ - und Fäulnis-Gas vom Tümpelboden her an. Nach dem Tauen ging der Gehalt allmählich, bis Ende Mai ganz zurück. Diese Angaben sind für mittlere Wasserschichten anzunehmen. Wasserproben aus Bodennähe wiesen in einem viel weiter gespannten Zeitraum einen relativ viel höheren Gehalt auf.

Prüfungen auf Ammoniumverbindungen fielen fast bei allen Larvenfundplätzen im Tümpel positiv aus. In seinem vorderen Teil wurden in mehr als der Hälfte aller Untersuchungen starke bis sehr starke Mengen nachgewiesen, im hinteren Teil bei der Grabeneinmündung in der überwiegenden Zahl der Fälle schwache Mengen. Probeentnahmen direkt über dem Boden hatten immer sehr starken Ammoniakgehalt. Die geringsten Mengen wurden nach der Eisschmelze gefunden. Es zeigt sich deutlich, daß durch Kältewirkung Stoffwandlungs- und -produktionsprozesse stillgelegt werden und wohl alle ähnlichen Kleingewässer in der Regel zu Beginn der Tauwetterzeit das reinste Wasser haben.

Der Gehalt eines Wassers an organischen Stoffen läßt sich nicht allein durch den Verbrauch von Kaliumpermanganat bestimmen, weil letzteres nur teilweise eine Verbrennung, d.h. Oxydation dieser Stoffe vornimmt. Ebenfalls ist die Sauerstoffzehrung durch Bakterien zu beachten. Es ging bei diesem Nachweis nur darum, festzustellen, inwieweit die Stechmückenlarven in verschmutztem, sauerstoffarmen Wasser eine normale Entwicklung durchmachen oder nicht. Dafür gibt m. E. der Kaliumpermanganatverbrauch – auch nach der hier geübten Methode – ein zwar grobes aber anschauliches Bild.

Im Tümpel (A) kam es selten zu einer Sauerstoffarmut. Zwei

Maxima wurden in der 1. und 14. Woche 1956 beobachtet (vergl. die Wasserstandskurve!). Die Wasserumschichtungen vom Boden her und in Ufernähe durch Einschwemmung waren hauptverantwortlich dafür. In der übrigen Zeit hatten die Proben aus dem freien Wasser-raum einen mehr oder weniger minimalen Permanganatverbrauch. Nahe am Gewässergrund entnommenes Wasser entfärbte meist stark. Als die Wasserblüte auftrat – in der 11. bzw. 12. Woche beider Untersuchungs-jahre – war bis auf etwa 1 cm über dem Boden ein deutlicher Sauerstoffüberschuß vorhanden, der sich in reicher Gasentwicklung und Schaumbildung zu erkennen gab. Kurz vor der vollständigen Trockenheit besaß der gesamte Wasserkörper wieder eine starke Sauerstoffarmut.

Am Verlauf chemischer Prozesse sind zweifellos auch allochthone Stoffe beteiligt. Den Hauptanteil von diesen stellten einmal der Herbstlaubfall und zum anderen der Hausabwässereinleiter.

Die Wirkung des Laubfalls im Herbst ist nicht eindeutig aus den angestellten Untersuchungen ersichtlich. Am ehesten kommt man zu einem Ergebnis, wenn man alle untersuchten Biotope zu dieser Jahreszeit vergleicht. Sprungartig stiegen Schwefelwasserstoffentwicklung, Ammoniakgehalt und Sauerstoffverbrauch an. Eine Erhöhung der Wasserstoffionenkonzentration erfolgte erst allmählich. Die Gesamthärte stieg zwar allgemein an, jedoch in sehr unterschiedlicher Weise; ebenso verhielt es sich mit dem Säurebindungsvermögen. Bis zum Einsetzen des Frostes nahm dann jede Wirkung wieder mehr oder weniger ab, stieg jedoch bei Tauwetter wieder erneut an.

Der kleine Hausabwässereinleiter verschmutzte den Tümpel sichtbar etwa im Umkreis von 10 m. Die Einleitung erfolgte nicht fortwährend, sondern in unregelmäßigen Zeitabständen. Dies machte sich meist in einer weißen bis grauen Wasserverfärbung und in penetrantem Geruch bemerkbar. Bei hohem Wasserstand war die Wirkung bedeutend weniger offensichtlich als bei niedrigem. Der Einleiter lag absolut ca. 50 cm über dem Tiefstpunkt des Tümpels. Eine empfindlich negative Beeinflussung der Culiciden-Larven konnte nicht beobachtet werden.

Biozönose. Auf die Lebewelt – außer den Culiciden –, die im Tümpel angetroffen wurde, kann nur kurz eingegangen werden.

An höheren Pflanzen kamen in dem periodischen Gewässer nur Lemnaceen und zwar lediglich im östlichen Teil vor. Im ganzen übrigen Bereich traten etwa zwei Wochen nach der Schneeschmelze meist einzellige Chlorophyceen auf. Sie bewirkten die Erscheinung der Wasserblüte. In den beiden Untersuchungs-jahren wurden vornehmlich Arten der Gattungen: *Euglena*, *Phacus*, *Chlamydomonas*, *Trachelomonas*, *Volvox* und *Pandorina* sowie Diatomeen beobachtet.



Die Wasserblüte kann u. U. und nach Jahren verschieden ein zweites Mal, dann aber in schwächerer Form auftreten. Kurz vor dem gänzlichen Austrocknen des Tümpels im Sommer 1955 waren an eigenartig gefärbten und übelriechenden Stellen, an vermoderndem Geäst, vor allem jedoch an den Oberseiten einzelner Blätter des Herbstlaubes, purpurne Bakterienkolonien zu bemerken. Das Auftreten solcher Purpurbakterien war fast immer mit einem Sauerstoffmangel an diesen Stellen verbunden. Außerdem konnten dort Schwefelbakterien festgestellt werden. Zu Ende der Wasserblüte, die sich 1956 länger ausdehnte als 1955 – wohl infolge des strengen Winters – bedeckte sich die Wasseroberfläche mit einer schleimigen öligen Kahlhaut abgestorbener Grünalgen. In dem sich dem vorderen Teil des Tümpels anschließenden Graben kam es nur zu einer Entwicklung fädiger Chlorophyceen ab März, jedoch nie zu einer Wasserblüte.

Von der Faunistik kann ebenso nur ein knapper Überblick gegeben werden. Der Tümpel beherbergte eine typisch einseitige tierische Biozönose, die sich am deutlichsten in der Massenentwicklung von *Daphnia pulex* und *Cyclops strenuus* dokumentierte. Auch eine Muschelkrebsart aus der Familie Cypridae konnte in großer Zahl beobachtet werden. Protozoen waren in mancherlei Formen, vor allem Ciliaten und Rotatorien, vertreten. Ein einziges Mal wurden Tubificiden gesehen. Der größte Tierkreis, die Arthropoda, machte auch den größten Prozentsatz in der Lebewelt des Tümpels aus. Vielfach nur je eine Art der Gattungen: *Asellus*, *Ephemera*, *Notonecta*, *Gerris*, *Dytiscus*, *Acilius*, *Dixa*, *Mochlonyx*, *Chaoborus*, *Tendipes*, *Eristalis* und *Trichoptera* kam vor. Wasserasseln, Rückenschwimmer und Wasserkäfer fanden sich hauptsächlich in der Entwicklungszone der Wasserlinsen. Die Eintagsfliegenlarven, wie auch in der Hauptentwicklung *Acilius*, verteilten sich im ganzen Wasserraum. Die Larven der nicht stechenden Mücken und meistens auch die Wasserläufer beschränkten sich in ihrer Verbreitung auf den Graben und den ostwärts gelegenen Teil des Tümpels. Schlammfliegenlarven waren nur einmal im Herbst 1955 zu beobachten. Je nach der Witterung von Jahr zu Jahr verschieden erschienen zu Anfang des Sommers häufig bis zu zwanzig Wasserfrösche (*Rana esculenta* L.) und einzelne Grasfrösche (*Rana temporaria* L.). Von einer Kaulquappenentwicklung konnte während der ganzen Untersuchungszeit nichts bemerkt werden. Daß vereinzelt Stockenten (*Anas platyrhynchos* L.) meist in den Morgenstunden der warmen Jahreszeiten an der Ostseite des Tümpels schwammen, sei nur am Rande erwähnt.

Abschließend seien die Arten der im Tümpel und dem anschließenden Graben (G) gefundenen Culiciden-Larven und die in der nächsten Umgebung gefangenen Imagines aufgezählt:

<i>Anopheles</i>	<i>bifurcatus</i>	MEIGEN (G)
<i>Theobaldia</i>	<i>annulata</i>	SCHRANK
„	<i>morsitans</i>	THEOBALD (G)
<i>Aedes</i>	<i>cantans</i>	MEIGEN
„	<i>diversus</i>	THEOBALD (G)
„	<i>quartus</i>	MARTINI
„	<i>vexans</i>	MEIGEN <sup>1)</sup>
<i>Culex</i>	<i>pipiens</i>	LINNÉ.

#### b. Die Baumhöhlen

So klein solche Gewässer auch sind, so vielseitig sind sie in ihrer ganzen Charakteristik. Die Lebewelt des Biotops muß dementsprechend stärker euryök als in anderen wassererfüllten Lebensräumen sein. Solche Kleingewässer sind schon von vielen Autoren bearbeitet worden, so u. a. von A. v. BRANDT, K. MAYER, U. ROHNERT, A. THIENEMANN, L. VARGA. Jedoch ist der sehr interessante Biotopstyp wohl höchst selten etwa ein Jahr oder noch länger hindurch beobachtet worden. Aus diesem Grund kamen drei günstig gelegene Dendrotelmen zur Untersuchung, die fast täglich durchgeführt wurde.

Die Bäume der Höhlen standen im „Waldwinkel“-Gebiet, ein Laubwald vorwiegend aus Hainbuchen, Eichen (*Quercus*) und Birken; Gebüsch-Vegetation fand sich im ganzen Wald verstreut. Zwei der Dendrotelmen, (N) und (P), waren in Hainbuchen (*Carpinus betulus* L.) und eine dritte, (T), in einer Birke (*Betula verrucosa* EHRH.).

#### Baumhöhle (N)

Allgemeines. Die Höhle (N) befindet sich 30 cm über dem Erdboden und ist nach Südwesten ziemlich freiliegend geöffnet (Abb. 6 u. 7). Bei höchster Wasserführung, was während des größten Teiles des Jahres aber nicht der Fall ist, hat der freie Wasserraum einen Inhalt von ca. 700 ccm. Man muß jedoch auch den lockeren Schlammboden, fast nur aus sich zersetzendem Laub bestehend, in den sich die Culiciden-Larven bei Gefahr des Austrocknens verkriechen, zum bewohnbaren Teil der Baumhöhle rechnen. Der Höhlenrand über der Wasseroberfläche ist meist mit weißen Pilzen bewachsen. Durch einfallende Regentropfen wird das Wasser sehr viel stärker bewegt als durch Wind. Bei Sturm wird ein schwimmendes Teilchen durchschnittlich 0,5 bis 1,0 cm pro Sekunde fortbewegt. In den Ecken ist die Bewegung aber noch geringer.

<sup>1)</sup> s. auch S. 101.





Abb. 6. Baumhöhle (N) im August 1955.



Abb. 7. Baumhöhle (N) im November 1955.

**Wasserführung.** Von den drei untersuchten Dendrotelmen nimmt die Höhle (N) in ihrer Wasserführung eine Mittelstellung ein. Das wird deutlich bei der Betrachtung der Abbildung 8. Das Sinken des Wasserspiegels hängt von verschiedenen Faktoren ab. U. a. sind hierfür verantwortlich und nach ihrer Maßgeblichkeit aufgezählt: 1. die Verdunstung, die durch Wind sehr verstärkt werden kann, 2. eine Überlauf- und Kapillarwirkung (Heberprinzip) der Höhlenaußenseite, die im Herbst durch eingefallenes Laub vergrößert wird (s. Abb. 7), 3. „Katastrophen“ entweder durch Vogelbaden oder Aussaufen durch Tiere und vielleicht 4. eine von Fall zu Fall anders geartete Wasserentnahme des „Wirtsbaumes“.

Die Kälteperiode im Januar und Februar schaffte spezielle Verhältnisse. In beiden Untersuchungsjahren gefror die Höhle wenigstens einige Tage lang bis zum Grund und wurde durch Schneeniederschlag vollkommen zugedeckt. Nach dem Tauen war keinerlei Leben zu beobachten, und die Höhle trocknete nach kurzer Zeit aus. In den Jahreszeiten außer dem Winter hatten nur starke, lang anhaltende Regenfälle Anteil an der Wasserfüllung der Baumhöhle. Leichter Regen vermochte auch bei tagelanger Dauer höchstens die Verdunstung herabzusetzen.

Ebenso wie die nachfolgend zu besprechende Höhle wurde Höhle (N) öfter von Vögeln zum Baden aufgesucht. Dies war verschiedentlich in den Morgenstunden an mittelwarmen Vorsommertagen zu beobachten, in einer Zeit, in der die *Aedes*-Larven in der Hauptentwicklung standen. Es konnten fast ausschließlich Kohlmeisen (*Parus major* L.) und Rotkehlchen (*Erithacus rubecula* L.), die in großen Mengen im „Waldwinkel“-Gebiet vorkommen, bemerkt werden. Vielfach war nach einem Bad die Höhle halb leer gespritzt.

Eine noch größere „Katastrophe“ ereignete sich Mitte März 1956. Während morgens die Höhle durchaus normal mit Wasser und Falllaub dreiviertel gefüllt war, wurde sie am Nachmittag fast leer vorgefunden. Sehr wahrscheinlich benutzte eines der Rehe (*Capreolus*), deren Wechsel an der Baumhöhle vorbeiführte, diese als Trinkquelle. In dem noch sehr feuchten Schlamm wurden am nächsten Tag wenige Larven des I. Stadiums gesehen, die auch schon Tage vorher in der Baumhöhle waren.

**Thermik.** Es erwies sich bei Beginn der Arbeit als vollkommen ausreichend, Temperaturmessungen bei den drei Baumhöhlen um 8 und 17 Uhr vorzunehmen. An keinem einzigen Tag wurde bei daraufhin unternommenen Stichproben ein mittägliches Tagesmaximum festgestellt; die höchste Tagestemperatur wurde mit ganz wenigen Ausnahmen stets am Spätnachmittag gemessen. Diese Tatsache ist um so verständlicher als auch die Lufttemperatur vom Mittag zum Nachmittag häufig noch anstieg, jedenfalls einen relativ





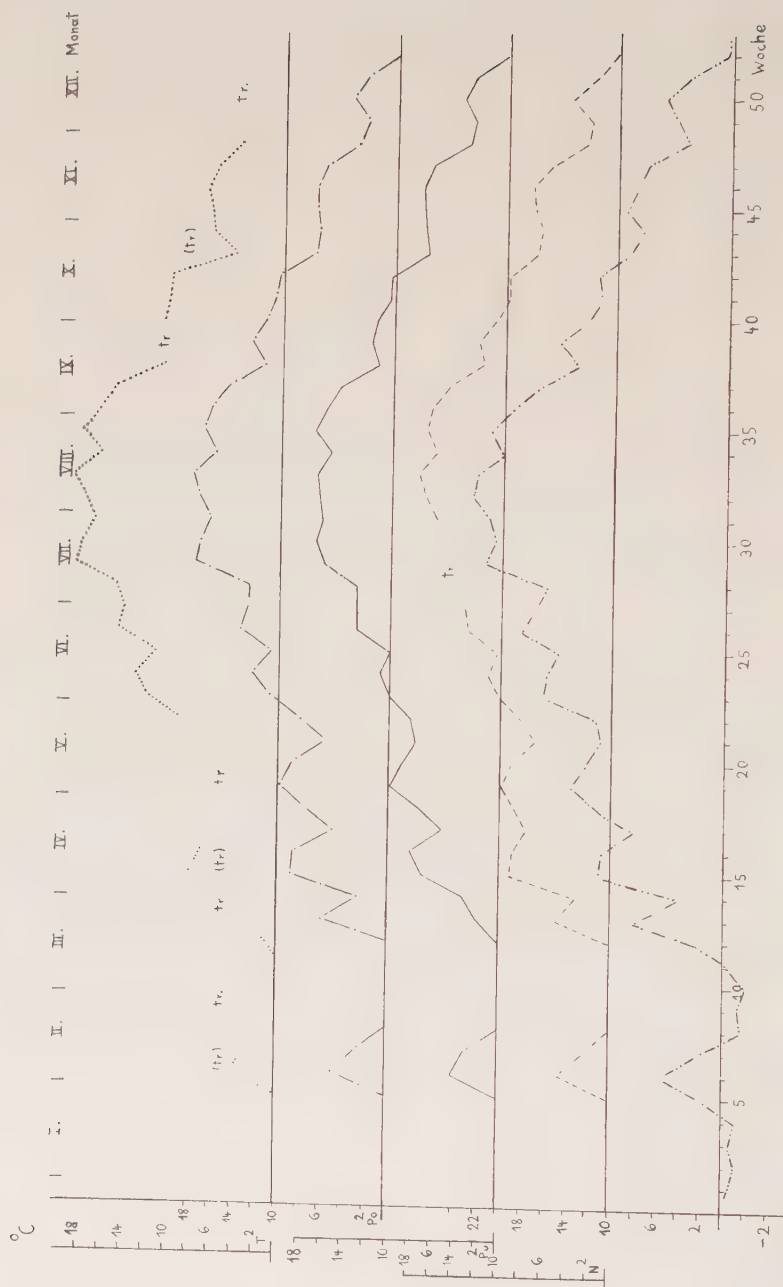


Abb. 9. Wochenmittel-Temperaturen der Luft (— · — · —) und des Wassers der Baumhöhlen 1955.  
(N) (---), (Pu) (—), (Po) (.....), (T) (— · — · —); tr. Zeitraum, in dem keine Messungen möglich waren.



bedeutend kleineren Unterschied aufwies als zwischen morgendlichen und mittäglichen Werten.

Bei der Höhle (N) wurde kein größerer Tagestemperaturanstieg als  $5^{\circ}\text{C}$  zwischen 8 und 17 Uhr gemessen. Der Durchschnittswert der Tagesschwankung betrug in 80 % der Fälle  $2,5^{\circ}\text{C}$ . Bei diesen minimalen Temperaturdifferenzen machte es kaum etwas aus, ob die Höhle sehr voll oder mit wenig Wasser gefüllt war: die Wärmekapazität blieb annähernd gleich.

Der Temperaturverlauf beweist die wenig sprunghaften Wärmeunterschiede zwischen den Werten der Höhle (N) und denen der Luft (Abb. 9 u. 10). Es handelt sich bei den aufgezeichneten Werten zwar um Wochenmittel, doch sind ebenso an vielen Tagen diesbezügliche Differenzen zwischen Luft und Wasser bei weitem nicht so groß wie beispielsweise beim Tümpel (A).

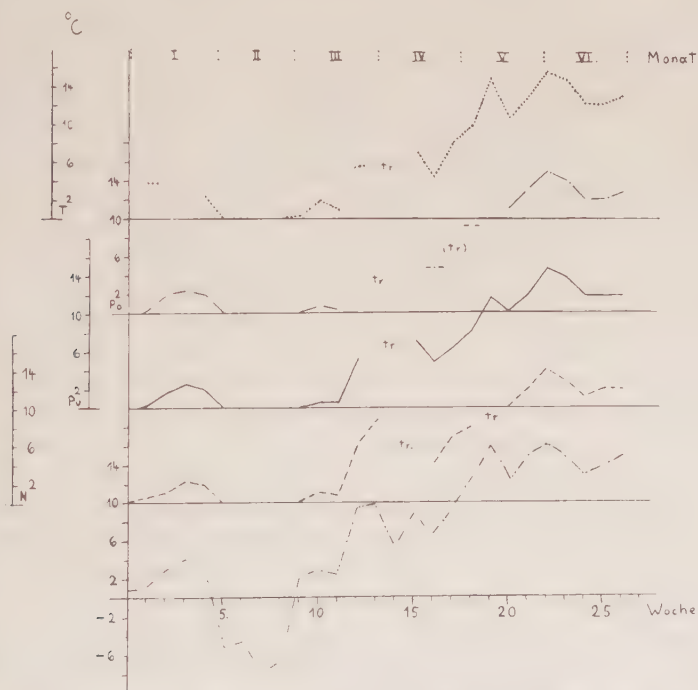


Abb. 10. Wochenmittel-Temperaturen der Luft und des Wassers der Baumhöhlen 1956 (Zeichen wie in Abb. 9).

Interessant waren Meßergebnisse der beiden Winter. Bei Lufttemperaturen um  $-1^{\circ}$  bis  $-3^{\circ}\text{C}$  und wenn der Tümpel (A) sich mit einer dünnen Eisschicht bedeckt hatte, war das Wasser der Höhle (N) eisfrei und zeigte eine Temperatur von  $-0,5^{\circ}$  bis  $0^{\circ}\text{C}$ . Wie kam es zu dieser Erscheinung? Eine bessere Erklärung, als daß durch im

Höhlenwasser gelöste Salze der Gefrierpunkt erniedrigt wurde, scheint kaum möglich. Außerdem sei an die mehr windgeschützte Lage der Dendrotelme gegenüber dem Tümpel erinnert.

Bei Sonnenschein, der im Sommer die ganze Höhle einige Stunden erfüllte, wurde an keinem Tag im freien Wasserraum eine Erhöhung der Temperatur um mehr als  $0,5^{\circ}\text{C}$  gemessen; wohl die auskleidende Rinde erwärmte durch Reflexion die nächste Wasserschicht bis zu  $1^{\circ}\text{C}$  mehr als die übrigen Schichten. Dies ist zwar von bemerkenswerter Bedeutung, denn die Larven und Puppen – zumal wenn erstere erwachsen sind – hielten sich vornehmlich am oberen Rande der Höhle auf, war jedoch von sehr geringer Wirkung hinsichtlich der Entwicklungsgeschwindigkeit.

Die Temperaturdiskussion abschließend ist zu bemerken, daß im Jahre 1955 als höchster Wert  $10^{\circ}\text{C}$  am 24. VIII. um 17 Uhr bei Lufttemperaturen von  $26^{\circ}\text{C}$  um 12 Uhr und  $24^{\circ}\text{C}$  um 17 Uhr gemessen wurde.

**C h e m i s m u s.** Eine Dendrotelme enthält eine gewisse Problematik hinsichtlich der chemischen Analyse, wenn man an den kleinen Wasserraum denkt. Die wöchentlichen Probeentnahmen verlangten zwischen 6 und 12 ccm Wasser. In der Hälfte der Fälle wurde durch Niederschläge diese Menge wieder ersetzt. Anders verhielt es sich dagegen mit der Monatsuntersuchung. Oft wurden wenigstens 100 ccm benötigt, deren Fehlen in der Höhle sicherlich von mancherlei Einfluß gewesen ist. Verringerte sich der Wasserraum bei solchen Methoden beachtlich, so erhielt die Dendrotelme nach der Probenentnahme Wasser aus der Waldwinkelkuhle; meist die Hälfte der entnommenen Menge. Es handelt sich dabei zwar um ein grobes Eingreifen in das natürliche Geschehen eines Biotops, da das Kühlenwasser eine gänzlich andere Beschaffenheit hatte; es war jedoch verschiedentlich am nächsten Tag schon festzustellen, daß die Baumhöhle diese doch meist kleine Fremdwassermenge fast ganz „assimiliert“ hatte, m.a.W., daß die Analysenergebnisse des Höhlenwassers vor und einige Zeit nach dem Zusatz praktisch gleich waren.

Die **W a s s e r s t o f f i o n e n k o n z e n t r a t i o n** der Höhle (N) bewegte sich zwischen pH 4,2 und 7,1. Die meiste Zeit des Jahres wurden Schwankungen zwischen pH 6,0 und 6,5 gemessen. Nach dem Einfall des Herbstlaubes sanken die Werte bis nach der Frostperiode auf pH 5,0 bis 4,2 ab. Welche Laubmengen Einfluß auf das Höhlenwasser nahmen, zeigt Abbildung 7. Nach der Trockenheit lagen die pH-Werte fast immer niedriger als vorher. Beinahe ausschließlich solches Regenwasser, das an der Rinde der Hainbuche abwärts lief, füllte die Höhle und bewirkte so das Sauerwerden. pH-Messungen vor und unmittelbar nach starken Regenfällen bei noch so geringem vorherigen Wasserstand ergaben nie eine größere



pH-Werte-Differenz als 1,0. Augenscheinlich setzte das Restwasser mit den darin gelösten Salzen dem zufließenden relativ neutralen Regenwasser noch in genügendem Maße Stoffe zu, die eine derartige Konstanz bewirkten. Die gesamten Meßergebnisse für den Verlauf des pH-Wertes ersieht man aus der Tabelle I.

TABELLE I

pH-Werte der Baumhöhle (N) vom 14. IV. — 23. IX. 1955															
Monat	IV.		V.				VI.			VIII.		IX.			
Woche	16.	17.	19.	20.	21.	22.	23.	24.	25.	34.		36.	37.	38.	39.
Tag	14.	22.	5.	13.	20.	27.	3.	10.	16.	19.		2.	9.	16.	23.
Wert	6,5	6,7	6,8	6,5	6,5	6,5	6,5	6,6	6,8	6,5		6,5	6,3	6,0	6,0

pH-Werte der Baumhöhle (N) vom 30. IX. 1955—9. III. 1956																
Monat	IX.		X.				XI.		XII.			I.		III.		
Woche	40.		41.	42.	43.	44.	48.		49.	50.	51.	52.	2.	4.	9.	10.
Tag	30.		7.	14.	21.	28.	25.		2.	9.	16.	23.	13.	27.	2.	9.
Wert	6,0		5,9	6,3	6,4	6,4	5,9		6,5	6,2	5,7	5,8	5,8	4,9	4,2	5,7

pH-Werte der Baumhöhle (N) vom 16. III. — 29. VI. 1956														
Monat	III.		IV.			V.			VI.					
Woche	11.		15.	16.	17.		18.	20.	21.	22.	23.	24.	25.	26.
Tag	16.		13.	20.	27.		4.	18.	25.	1.	8.	15.	22.	29.
Wert	5,8		4,9	5,8	6,4		6,3	6,1	6,0	7,0	7,1	6,5	6,5	6,5

Im ersten Untersuchungsjahr, in dem S B V-Bestimmungen erst Mitte des Jahres erfolgten, wurde ein bei weitem nicht so kurzzeitig und stark unterschiedlicher Wechsel der Alkalinität wie im zweiten Jahr beobachtet. 1955 betrug der höchste Wert am 28. X. 1,9 und der geringste 0,7 am 7. X. Leider war es unmöglich wegen starker Trübung und sehr geringer Wasserführung mehr als drei Bestimmungen durchzuführen. Um so aufschlußreicher waren dagegen sieben Titrationsen im nächsten Jahr, die dank der außerordentlich reichen Niederschläge durchgeführt werden konnten. Vor der Vereisung war das SBV 1,0 und sank in der Tauwetterperiode bis 0 ab. Dann aber erfolgte bis Ende Mai ein Anstieg auf 6,6 und kurze Zeit später auf 8,3. Die letzte Analyse ergab ein Absinken auf 7,0 am 2. VII. An den fünf Larvenfundstellen, die dauernd untersucht wurden, konnte in dieser Zeit – von Mai bis Juli 1956 – eine erhebliche An-

reicherung der Wässer mit Karbonatverbindungen beobachtet werden, am stärksten in der Höhle (N).

Für die Karbonathärte vergleiche Tabelle IV.

Die Meßergebnisse für die Gesamthärte schwankten in beiden Untersuchungsjahren innerhalb fast der gleichen Grenzen: 5° bis 15° DH. Im Jahr traten zwei Maxima auf, die eigentlich, d.h. wenn die Wintertemperaturen ausgeblieben wären, zu einem einzigen Maximum verschmolzen wären. Der Laubfall im Herbst verursachte den ersten Anstieg. In der Frostzeit lagen die Werte um 6° DH. Durch Gefriervorgänge wurden die im Eis befindlichen Laubblätter zermürbt und gaben hierdurch Anlaß zum zweiten Maximum der Gesamthärte nach dem Tauen. Daß der Laubfall hauptverantwortlich für diese Vorgänge ist, wird beim Vergleich mit anderen ähnlichen Biotopen, die mehr oder weniger Laub erhalten, deutlich (s. Baumhöhle (P), S. 28).

Die Schwefelwasserstoffentwicklung verlief parallel mit den Zersetzungs Vorgängen. Sie begann plötzlich sehr stark beim Herbstlaubfall und endete kurze Zeit nach Einsetzen der Tauperiode im Frühjahr. Während der Kältezeit, in der das Höhlenwasser nahe dem Gefrierpunkt war, konnte keine Schwefelwasserstoffbildung festgestellt werden. Bei starkem  $H_2S$ -Gehalt kam es zu einer Übersättigung des Wassers mit Schwefelausfällung. Der Geruch war sehr typisch.

Wechselhaften Gehalt in den beiden Beobachtungsjahren wiesen die Ammoniakbestimmungen auf. Im ersten Jahr schwankte der Gehalt in mittleren Größen, während er im zweiten Jahr stets sehr stark war, ausgenommen in der kalten Jahreszeit. Schon das obere freie Wasser der Höhle zeigte diese Charakteristik.

Mit Ausnahme der Zeit um Februar und September hatte die Höhle (N) immer ein durch organische Stoffe bedingtes Sauerstoffdefizit. Ein diesbezügliches Maximum war in der Regel im Herbst zur Zeit des Laubfalles vorhanden. Jedoch im zweiten Untersuchungsjahr trat ein weiteres Maximum von Ende April bis Anfang Juli auf. Verantwortlich hierfür wie auch für den starken Ammoniakgehalt in dieser Zeitspanne war der Verwesungsprozeß ungeheurer Mengen toter Frostspannerrauen (*Cheimatobia brumata* L.), die in dieser und den anderen Höhlen ertrunken waren. Es ist durchaus möglich, daß auch die unverhältnismäßigen SBV- und KH-Werte hier ihren Grund finden.

Die Beeinflussung der Baumhöhle durch allochthone Stoffe wird weitgehend durch ihren Bau bestimmt. Es kommen vier Hauptkomponenten hierfür in Frage. In überwiegendem Maße macht sich der Herbstlaubfall bemerkbar, wie aus den oben geschilderten Zusammenhängen ersichtlich ist. Die anderen Anteile



stellen das Regenwasser mit seinen Einschwemmstoffen, einfallende ertrinkende Tiere und die Exkremente badender Vögel.

**B i o z ö n o s e.** Die Bewohner der Baumhöhle wurden nur soweit erfaßt, als sie augenfällig in Erscheinung traten. Bakterienkolonien dominierten stets, vornehmlich in der Zeit starker Fäulnisprozesse. Die Kahmhaut der Wasseroberfläche war vielfach eine geschlossene Schicht von Bakterien, die von den *Aedes*-Larven gierig gefressen wurde (s. MARTINI 1931a, S. 315). Sobald die Temperaturen im Frühjahr anstiegen, stellten sich im Höhlenwasser verschiedene Arten einzelliger, einzeln oder in Kolonien, grüner und farbloser Organismen ein: Vorticellen, Chloroflagellaten wie *Chlamydomonas*, *Euglena*, *Phacus* u. ä. ROHNERT (1951, S. 492) bestreitet die Anwesenheit assimilierender Pflanzen in solchen Biotopen. Auch Ciliaten und Amöben, dazwischen einige ziemlich große bestachelte und beborstete *Halteria*-Formen, traten zeitweise zahlreich auf.

Von den Metazoen seien Eristalinen-, Tendipediden-Larven und in einem Fall Enchytraeiden hervorgehoben. Zwei Cyclopiden, die mit dem Kühlenwasser in die Höhle gelangten, wurden zuletzt drei Wochen nach dem Einbringen gesehen, dann aber nicht mehr. Darüber hinaus zählen noch sehr viel mehr Organismen zur Baumhöhlenfauna; ROHNERT (1951) erwähnt über 50 verschiedene Spezies.

An Culiciden wurde in der Baumhöhle (N) nur *Aedes ornatus* MEIGEN gefunden.

### Baumhöhle (P)

**Allgemeines.** Um die „Verlandung“ bei Baumhöhlen, soweit man davon sprechen kann, kennenzulernen, wurde eine vollkommen mit vermoderndem Laub angefüllte, lediglich feuchte Höhlung einer Hainbuche ausgehoben und mit 10.000 ccm Wasser der Waldwinkel-Niepkuhle gefüllt. Es handelt sich um den zweiten, selten großen Baumhöhlenbiotop, gebildet von vier Stämmen der Buche. Letztere sind ziemlich engstehend gleichmäßig hochgewachsen, so daß die Höhle, die sich nur etwa 30 cm über dem Erdboden befindet, keine direkt freiliegende Öffnung hat, nur eine ganz schmale wenig tiefe Ausbuchtung nach Osten (Abb. 11). Der Einfluß der Sonneneinstrahlung, die auch bei ausgebildetem Laubdach des Waldes bis in die Höhle reicht, beschränkt sich auf eine Lichtwirkung; ausgenommen ist die schmale Öffnung, die bei der Temperaturbesprechung noch besonders erwähnt werden wird. Die Höhlenwand ist so fest wie die der Höhle (N). Form und Lage der Dendrotelme geben starkem Wind die Möglichkeit, die oberen Wasserschichten heftig zu bewegen. Die auf der Wasseroberfläche liegenden Teilchen werden kreiselförmig mit einer Geschwindigkeit von ca. 10 cm pro Sekunde bei Windstärke 7 fortbewegt.



Abb. 11. Baumhöhle (P).

**Wasserführung.** Bei der Besprechung der Höhle (N) wurde schon auf die Kurvenbilder der Wasserstandsschwankungen von Höhle (P) verwiesen (Abb. 8). Im ersten Untersuchungsjahr war deren Wasserführung sehr gleichmäßig. Es befanden sich wegen der Neuanlage kein Laub, Aststücke u. ä. in der Baumhöhle; der Wasserkörper war relativ rein und groß. Anders im zweiten Jahr. Hier wurden fast in jeder Woche Unregelmäßigkeiten bis zu 6 cm gemessen. Die Austrocknung bis zum Bodenschlamm in allen Höhlen zu Ende März jedes Jahres konnte 1955 in Höhle (P) nicht festgestellt werden. Wesentlichen Einfluß auf die Wasserstandsschwankungen hatte auch hier der Wind. Innerhalb eines Tages konnte bei stürmischem Wetter die spitze Ausbuchtung am äußersten Ende 1 bis 2 cm tief austrocknen. Die Füllung der Höhle durch Niederschlagswasser machte sich nur bei starkem Platzregen bemerkbar.

Nach solchem Regen hatte das Baumhöhlenwasser, wie auch das der meisten anderen Dendrotelmen, eine kristallene Klarheit. Bei sehr großer Feuchtigkeit im Wald, wenn die unter der Ausbuchtung gelegene Rinde feucht war, wurde auch hier die Überlaufwirkung in einem dunklen, nassen Streifen sichtbar.

An dieser Baumhöhle konnten die meisten Vögel beim Baden beobachtet werden, wohl deshalb, weil die Tiere durch die geschützte Lage wie auch durch den großen Wasserraum mehr als anderswo angelockt wurden. Der Wasserverlust, den das Baden verursachte, war aber kaum merklich. Die umgebenden Stämme ließen das aufgespritzte Wasser wie eine Schutzwand in die Höhle zurücklaufen.

In der Frostzeit gefroren zuerst die Ausbuchtung und dann die oberen Wasserschichten im Innern der Höhle. Darunter aber war zu Anfang kalter Zeitperioden, bei Lufttemperaturen um  $-3^{\circ}\text{C}$ , das Wasser noch flüssig. Sobald sich eine Eisdecke gebildet hatte, stieg die Verdunstung sichtlich an. Es dauerte meist weniger als vier Tage, dann lag die spitze Ausbuchtung bereits trocken. Der Wind trieb bei Schneefall den Schnee bis 30 cm hoch auf die zugefrorene Höhle. Bei Tauwetter füllte sich die Dendrotelme zwar bis zum Überlaufen mit Wasser, trocknete aber – wie auch alle andere Höhlen – ziemlich bald wieder aus. Entsprechend der größeren Eismasse dauerte das Tauen bei (P) länger als bei ähnlichen Biotopen.

**Thermik.** Die besondere Form dieser Baumhöhle veranlaßte dazu, die Temperatur an zwei Stellen zu messen: 1. an der Ausbuchtung (Po) und 2. im Höhleninnern in Bodennähe (Pu). Die Erwartung, daß sich an bestimmten Tagen Unterschiede zeigen würden, bestätigte sich. Zur Tauwetterzeit 1955 stellten sich die größten Unterschiede ein; am 23. März  $5^{\circ}\text{C}$  (Po  $6^{\circ}\text{C}$ , Pu  $1^{\circ}\text{C}$ ) und am 24. März sogar  $8^{\circ}\text{C}$  (Po  $10^{\circ}\text{C}$ , Pu  $2^{\circ}\text{C}$ ). Der niedrige Pu-Wert erklärt sich aus dem noch überwiegend gefrorenen inneren Höhlenteil. In beiden Wintern gefror wenigstens eine Woche lang die Dendrotelme bis zum Grund und ließ alles Leben absterben. In der übrigen Zeit des Jahres lagen die Temperaturunterschiede der beiden Meßpunkte bei höchstens  $3^{\circ}\text{C}$ . Am frühen Morgen im Sommer bei wolkenlosem Himmel erwärmte der Sonnenschein das Wasser der Ausbuchtung kurzzeitig um  $2^{\circ}\text{C}$ . Der Wärmeanstieg am Tag war noch geringer als bei der Baumhöhle (N), verursacht durch die geschützte Lage. Ein größter Tagesanstieg (September) für (Po) war  $4^{\circ}\text{C}$  ( $7^{\circ}$ — $11^{\circ}\text{C}$ ), dagegen für (Pu) nur  $2^{\circ}\text{C}$  ( $7^{\circ}$ — $9^{\circ}\text{C}$ ); der Lufttemperaturunterschied betrug zu der Zeit  $8^{\circ}\text{C}$  ( $8^{\circ}$ — $16^{\circ}\text{C}$ ). Die Abbildungen 9 und 10 zeigen die konstantere Temperatur des inneren Höhlenteils (Pu) gegenüber dem äußeren (Po). Am 24. VIII. 1955 wurden die höchsten Temperaturen gemessen: bei Lufttemperaturen um  $25^{\circ}\text{C}$  zwischen 12 und 17 Uhr hatte (Po) am Spätnachmittag  $19^{\circ}\text{C}$  und (Pu)  $17^{\circ}\text{C}$ .



**C h e m i s m u s.** Man könnte vermuten, daß durch die Neuschaffung der Baumhöhle (P) im Herbst 1954 längere Zeit hindurch dendrotelmenfremde Verhältnisse geherrscht haben, zumal das zugesetzte Kühlenwasser hinsichtlich der chemischen Zusammensetzung entgegengesetzten Charakter hatte: sehr geringe Wasserstoffionenkonzentration, hohe Gesamthärte und Alkalinität, Sauerstoffreichtum, sehr arm an Schwefelwasserstoff und Ammoniak. Aber jede Analyse des Wassers von Höhle (P) – es sei an die erst im April 1955 begonnene Untersuchung erinnert – ließ den relativ normalen Baumhöhlentypus erkennen. Die Probeentnahmen werden keine so wirkungsvolle Änderung in dieser Dendrotelme verursacht haben wie in kleineren Höhlen. Dennoch kam es des öfteren bei sehr geringem Wasserstand – vor allem im Frühjahr 1956 – vor, jenachdem die Wasseranalyse bis zu einem günstigeren Zeitpunkt auszusetzen. Es wurde aber wegen des meist hohen Wasserstandes unnötig, öfter Fremdwasser zuzusetzen. Ebenso wie in Höhle (N) betrug die Wochenentnahme 6 bis 12 ccm und die monatliche Menge um 100 ccm. Letztere wurde jedoch geringer, wenn sich durch Vorprobe ergab, daß der SBV-Wert bei 0 lag. Trotzdem nach Möglichkeit zur Alkalinitäts titration 100 ccm Probenwasser vorgelegt wurden, war das beim Baumhöhlenwasser von (P) wegen der stark dunkelgrauen Farbe selten durchzuführen. Es wurden dann zwar geringere Mengen Probenwasser gebraucht, aber durch die Verdünnung mit Aqua dest. – als Auffüllung zu 100 ccm – bei kleinen SBV-Werten ein minimaler Fehler mit eingeschlossen.

Ähnlich den pH-Verhältnissen der Höhle (N) wurden bei (P) Wasserstoffionenkonzentrationen von pH 4 bis 7 gemessen; meistens war das Wasser in (P) von saurer Reaktion. Die Schwankungen in beiden Dendrotelmen verliefen zwar sehr gleichförmig, fast deckungsgleich waren sie aber nur im ersten Teil der zweiten Jahreshälfte. Vor allem im Herbst hatte (P) ein sehr niedriges pH durch den starken Laubfall. Dieser Zustand blieb so bis ca. zwei Wochen nach dem Einsetzen des Tauwetters im nächsten Jahr. Bis Mai/Juni hielt sich der pH-Wert dann ziemlich konstant zwischen 5 und 6, kam aber in einem zweiten Anstieg nahe an den Neutralpunkt. Hier trat kein Stillstand ein, sondern ein allmähliches Absinken auf pH 6, das sich bis zum erneuten Herbstlaubfall hielt. Dieser Verlauf der pH-Änderung wurde in der Untersuchungszeit mit kleinen Abweichungen in beiden Vegetationsperioden beobachtet.

Bei der Besprechung der Wasserstoffionenkonzentrationsänderungen der Höhle (N) sind schon verschiedene Ursachen hierfür dargestellt worden. Für den Biotop (P) kommen einige andere Wirkungsmomente dazu. Einmal war es auf Grund der Höhlenform nicht

möglich, daß das Innere von vermodernden, d.h. säurebildenden Stoffen leergespült wurde; zum anderen Mal bewirkte das hinzukommende Regenwasser, da es nicht an den Stämmen entlanglaufend in die Höhle gelangte, durch seine neutrale Eigenschaft eine Erhöhung des sauren pH-Wertes zum Alkalischen hin. M.a.W.: nach Beendigung des starken Moderprozesses stieg das pH mehr oder weniger schnell bis fast zu Wasserstoff- und Hydroxylionengleichheit an. Vergl. Tabelle II für den gesamten pH-Wert-Verlauf.

TABELLE II

pH-Werte der Baumhöhle (P) vom 14. IV.—19. VIII. 1955														
Monat	IV.		V.				VI.			VII.			VIII.	
Woche	16.	17.	19.	20.	21.	22.	23.	24.	25.	27.	28.	29.	30.	34.
Tag	14.	22.	5.	13.	20.	27.	3.	10.	16.	1.	8.	15.	22.	19.
Wert	5,7	6,0	6,0	6,0	6,0	6,0	6,0	6,0	6,5	6,7	6,7	7,0	6,5	6,5

pH-Werte der Baumhöhle (P) vom 2. IX. - 23. XII. 1955														
Monat	IX.					X.				XI.		XII.		
Woche	36.	37.	38.	39.	40.	41.	42.	43.	44.	48.	49.	50.	51.	52.
Tag	2.	9.	16.	23.	30.	7.	14.	21.	28.	25.	2.	9.	16.	23.
Wert	6,5	6,0	6,0	6,0	6,0	5,8	6,3	6,2	5,9	5,1	5,0	4,5	4,0	4,3

pH-Werte der Baumhöhle (P) vom 6. I.—25. V. 1956															
Monat	I.				III.		IV.				V.				
Woche	1.	2.	3.	4.	9.	10.	14.	15.	16.	17.	18.	19.	20.	21.	
Tag	6.	13.	20.	27.	2.	9.	6.	13.	20.	27.	4.	11.	18.	25.	
Wert	4,6	4,4	4,4	4,0	4,0	4,5	5,0	4,7	4,9	5,0	5,0	5,3	5,0	5,0	

pH vom 1. — 29. VI. 1956										
Monat	VI.									
Woche	22.	23.	24.	25.	26.					
Tag	1.	8.	15.	22.	29.					
Wert	5,5	6,4	6,5	6,6	6,0					

Bessere Vergleichsmöglichkeiten zwischen den beiden Untersuchungsjahren als bei Höhle (N) sind bezüglich des Säurebindungsvermögens bei Höhle (P) vorhanden. 1955 wur-

den sieben Titrationsen von Juni bis Dezember und 1956 ebensoviele Bestimmungen von Jahresbeginn bis Juli ausgeführt. Von Januar bis Mai 1956 war keinerlei Alkalinität im Wasser nachzuweisen.

Wie für das SBV ersehe man entsprechende Werte für die *Karbonathärte* aus Tabelle IV.

Die interessantesten Analysenergebnisse der Dendrotelme (P) ergaben sich bei der *Gesamthärtebestimmung*. Der Laubfall im Herbst 1955 bewirkte einen Anstieg des GH-Wertes von  $6,8^{\circ}$  bis  $36,0^{\circ}$  (!) DH innerhalb von acht Wochen. Obwohl die sehr starke Laubfüllung für diese Tatsache verantwortlich zu machen ist und trotz des strengen Winters, der durch Eisbildung die Blätter weitgehend zermürbte, gab es kurz nach der Tauperiode im Frühjahr 1956 noch keinen großen freien Wasserraum, der die Härtebildner aufnehmen konnte: der kleinste GH-Wert betrug am 5. III. 1956 unmittelbar nach dem ersten Tauen  $2,5^{\circ}$  DH. An dieser Zahl ist das Schmelzwasser von Schnee und Eis, das relativ rein ist, nicht zuletzt verantwortlich. Doch schon im April/Mai 1956 wurde – ähnlich wie in der Höhle (N) – nach der Eisschmelze ein zweites Jahresmaximum von  $21,5^{\circ}$  DH erreicht. Im Sommer 1955 (10. VI) war der kleinste Wert  $4,6^{\circ}$  DH. Beim Vergleich der Ergebnisse beider Jahre trifft man auch hinsichtlich der Gesamthärte auf eine relativ gleichmäßige Wiederholung. Während die Werte der Baumhöhle (N) in engeren Grenzen verliefen, zeigen die von (P) Tendenz zu Extremen. Später noch wird bei der Dendrotelme (T) zu sehen sein, daß es noch ausgefallener Zustände gibt. Mit letzterem Biotop verglichen, wechseln (N) und (P) in einer Mittelstellung ab.

Nicht so ähnlich lagen die Verhältnisse der *Schwefelwasserstoffentwicklung*. Allein die Maxima im Herbst sowie diejenigen kurz nach dem Tauen waren bei Baumhöhle (N) und (P) vergleichbar. Anfang Juni 1956 konnte außerdem ein Ansteigen des  $H_2S$ -Gehaltes in beiden Höhlen beobachtet werden, jedoch in stärkerem Maße in (P), was als Folge der Verwesung der ertrunkenen Frostspannerraupe (*Cheimatobia brumata* L.) zu deuten ist. Es kann sich dabei wohl nur um einen Ausnahmefall gehandelt haben, denn im Vorjahr wurde nichts dergleichen beobachtet. Der Anstieg in (P) erfolgte innerhalb von sechs Tagen von Stärkestufe null bis stark. Bei sehr hohem  $H_2S$ -Gehalt waren alle Gegenstände im Wasser weißlich überzogen, intensiver als in der Baumhöhle (N). Der typische Geruch konnte schon aus 70 cm Entfernung wahrgenommen werden. Während der Kältezeit mit Wassertemperaturen zwischen  $0^{\circ}$  und  $4^{\circ}$  C war keinerlei  $H_2S$ -Gas-Entwicklung zu beobachten.

Nirgendwo anders wurde ein so hoher *Ammoniakgehalt* nachgewiesen wie in der Dendrotelme (P). In beiden Arbeitsjahren



waren stets große Mengen vorhanden. Nur einmal 1955, bevor der Laubfall einsetzte, entwickelte sich mittelmäßig viel Ammoniak. An verschiedenen Stellen des relativ großen Wasserraumes waren die nachweisbaren Mengen immer gleich stark.

Mit derselben Schwankungstendenz wie bei der Baumhöhle (N) bewegte sich zeitlich die Sauerstoffzehrung durch o r g a n i s c h e S t o f f e. Nur kam es in der großen Höhle nicht zweimal zu so niedrigen Werten wie in der kleineren. Sauerstoffanwesenheit konnte ein einziges Mal und Ende Februar bei Temperaturen um 0° bemerkt werden; vier Tage später nach starkem Tauen war das Defizit schon wieder hoch.

Von den a l l o c h t h o n e n S t o f f e n beeinflusste hauptsächlich das Herbstlaub das Wasser entscheidend. Es sei daran erinnert, daß im Oktober 1954 bei der Schaffung der Höhlung ca. 10.000 ccm altes und fest zusammengepacktes Laub entfernt und die gleiche Menge durch Wasser ersetzt wurde. Noch im selben Herbst war nach beendigtem Laubfall der Wasserraum um knapp die Hälfte kleiner, und im folgenden Herbst (1955) sah man vor dem Einsetzen der Kälteperiode nur einzelne kleine Wasserstellen zwischen den braunen Laubblättern. Erst allmählich nach dem Tauen verkleinerte sich, vom Eis zermürbt, die Laubmasse immer mehr. Im April 1956 war bereits die Hälfte der Höhle mit Moderstoffen angefüllt, und es ist abzusehen, wann diese Dendrotelme aufhört, für Lebewesen des mehr freien Wasserraumes bewohnbar zu sein. A. v. BRANDT (1935, S. 3) beobachtete allerdings keine Alterserscheinung solcher Gewässer in Form einer „Verlandung“. Der Autor glaubt an einen Faulungs- und Vertiefungsprozeß, den Verf. jedoch innerhalb der Untersuchungszeit nirgendwo feststellen konnte. Ob überhaupt jemals vorher Wasser zwischen den Buchenstämmen gewesen ist? Es scheint so, als ob mit dem Wachsen der Buche und deren Höhlung auch gleichermaßen die Laubfüllung vonstatten ging und somit ein Wasserraum nie vorhanden war. Andere allochthon wirkende Komponenten zeigten sich von ungefähr gleichem Einfluß wie bei der vorigen Höhle (N). Etwas bedeutender wird das Baden der Vögel gewesen sein, die öfter dabei beobachtet wurden als bei der kleinen offeneren Höhle. Vielleicht ist der starke Ammoniakgehalt neben dem w.o. schon angeführten Grund im Zusammenhang mit dieser Tatsache zu beachten.

B i o z ö n o s e. Wegen der Dunkelheit, in der sich die Dendrotelme (P) auf Grund ihrer Lage fast immer befand, war es schlecht möglich, die in ihr lebenden Organismen an Ort und Stelle zu beobachten. In zu verschiedenen Jahreszeiten entnommenem Probenwasser bot sich nahezu dasselbe Bild wie bei der Höhle (N). Zu noch höherem Prozentsatz traten „Bakterienrasen“ auf, so daß vor allem im Spätherbst und -frühjahr eine ölig schimmernde Kahlhaut ent-

stand. Am 12. XII. 1955 ergab die mikroskopische Untersuchung folgendes: Neben den Bakterien enthielten ca. 300 ccm Wasser 3—5 farblose peritrische Ciliaten; wahrscheinlich handelt es sich um *Colpoda spec.*; im Sediment der Wasserprobe schwammen wenige Rotatorien, einzelne (*Pleurococcus spec.*) wie auch bänderbildende Chlorophyceen, ein *Paramecium bursaria* FOCKE und zahllose Schuppen der um diese Zeit schwärmenden Frostspanner. In einer zweiten Probe einer anderen Stelle der Höhle (P) waren dieselben Organismen; zusätzlich zeigten sich grüne Kugelalgenkolonien, eine *Stylo-nychia spec.* sowie Schwefelbakterien. Eristalinen waren zu der Zeit in ziemlicher Menge vertreten, dagegen weniger Larven der Tendi-pediden. Versuchsweise eingesetzte *Daphnia pulex* des Tümpels (A) blieben ca. drei Wochen lebend in der Baumhöhle.

Von Interesse waren die Culiciden-Larven dieser Baumhöhle insofern, als neben *Aedes ornatus* MEIGEN auch *Culex pipiens* L. von Anfang Juli bis Mitte September 1955 war.

#### Baumhöhle (T)

**Allgemeines.** Im dritten Baumhöhlenbiotop haben wir das seltene Beispiel dieser Kleingewässerart im Stamm einer Birke vor uns. Die Öffnung ist 1,60 m über der Erdoberfläche nach Westen offen im Hauptstamm des Baumes. In etwa zylindrischer Form befindet sich der Wasserkörper zwischen Rinde und dem inneren Mark des Baumes, mit einer Höhe von 10 cm bei höchstem Wasserstand und einem Durchmesser von durchschnittlich 4 cm; das Volumen beträgt bei größter Füllung ca. 125 ccm. Die schmal elliptisch geformte Höhlenöffnung – mittlerer Durchmesser 6 cm – steht beinahe senkrecht zur Wasserfläche (Abb. 12). Die Wandung besteht nicht wie bei den vorigen Dendrotelmen aus fester Rinde, sondern in weitaus größtem Maße kommt das freie Mark des Birkenstammes mit dem Wasser in Berührung. Es darf hier darauf verwiesen werden, daß es nur bei einer genauen chemischen Wasseranalyse möglich ist, Wechselwirkungen zwischen Baum und Höhle festzustellen.

Wie sich im folgenden zeigen wird, sind in der Birkenhöhle ganz spezielle Verhältnisse gegeben. Alle untersuchten Faktoren weichen oft erheblich von denen der beiden Hainbuchenhöhlen ab. Und trotzdem – oder vielleicht gerade deshalb? – war hier die Entwicklung der vorkommenden Larven von *Aedes ornatus* m. E. gleichmäßig verlaufender. Die Form der Höhle verhindert selbst bei stürmischen Winden eine Wasseroberflächenbewegung, so daß die Tiere immer unbehelligt atmen und fressen können.

**Wasserführung.** Der Vergleich der Wasserstandskurven (Abb. 8) zeigt eindrucksvoll die Unregelmäßigkeit im Gegensatz zu den anderen Höhlenbiotopen. Von einer auch nur fast regelmäßigen



Abb. 12. Baumhöhle (T).

jährlichen Wiederholung kann man in keiner Weise sprechen. Nur ein einziger Zustand scheint zum Vergleich geeignet, nämlich, daß auch die Höhle (T) nach dem Frost eine kurze Zeit lang trocken ist. Die größte Wassermenge fließt als Regenwasser von oben her über die Rinde kommend in die Höhle. Trotz der zum Westen gerichteten Öffnung und dem etwas isolierten Stand der Birke, konnte selbst bei starkem Regen nur ein unbedeutendes Einfallen von Regentropfen beobachtet werden. Lediglich bei böenartigen Windstößen aus der Westrichtung gelangt mehr freifallender Regen in das Baumhöhlenwasser. Die besondere Art der Überdachung verhindert eine allzu starke Verdunstung, jedoch nur relativ, wie w. u. erklärt wird. An den schrägen Wänden schlägt sich das verdunstete Wasser teilweise nieder und gelangt wieder in die Höhle zurück. Wegen der senkrecht abfallenden Birkenrinde unterhalb der



Höhle ist die kapillare Überlaufwirkung nicht so stark wie bei den Höhlen mit flacherer Außenwand. Nur bei höchster Wasserführung ist ein etwas dunkler feuchter Streifen unter der Öffnung zu sehen. Beim Absinken des Wasserspiegels auf weniger als 1 cm unter die Überlaufkante hört dieser Vorgang bereits auf. Die geringe Oberflächenausdehnung macht es für Vögel unmöglich, die Dendrotelme zum Baden aufzusuchen. Wohl als Trinkwasserplatz wird sie von kleineren Waldvögeln benutzt. Der Grund für einen relativ schnelleren Wasserverlust gegenüber den anderen Höhlen ist in der ziemlich freien und hohen Lage sowie in den damit zusammenhängenden Temperaturverhältnissen zu erblicken. Auch das schützende Laubdach umstehender Bäume fehlt. Alles das wirkt zusammen und erklärt die Wasserstandsschwankungen, trotz der die direkte Verdunstung hemmenden Überdachung. Im Winter bei Frost gefriert das Höhlenwasser ziemlich rasch bis zum Grund, schon bei Lufttemperaturen wenig unter 0°. Eigenartigerweise verdunstet dann das Eis von innen her. Der gefrorene Wasserspiegel bleibt bestehen und läßt sich leicht durchstoßen. Als Erstes füllt bei Tauwetter eingewehter Schnee und von der Baumkrone herunterfließendes Schneewasser die Höhle.

**Thermik.** Wie bereits angedeutet sind auch die Temperaturschwankungen bei dieser Baumhöhle relativ größer als bei den beiden vorigen Biotopen. Die Luftzirkulation um die Birkenhöhle ist intensiver. Damit kommen deren Wassertemperaturen denen der Luft viel näher; außerdem handelt es sich um eine kleinere Wassermenge. Obwohl aber beide Temperaturarten sehr harmonisieren, stieg die des Wassers mittags nicht bis zum Luftmaximum an, sondern erreichte den höchsten Wert am Nachmittag, als die Luft bereits wieder abkühlte. Deshalb genügten auch bei der Höhle (T) die Messungen um 8 und 17 Uhr.

Am wärmsten Tag des Jahres 1955 (22. VIII.) betrug die Wassertemperatur um 17 Uhr 22° C; die Luft hatte um 12 Uhr 28° C und um 17 Uhr 26° C. In den beiden anderen Höhlen (N) und (P) wurde das Maximum der Wassertemperatur wie oben erwähnt erst zwei Tage später erreicht. In der Regel stieg im Biotop (T) die Thermometersäule zwischen 8 und 17 Uhr um 2° bis 3° C an. Ein bedeutend größerer Anstieg war jedoch am 2. Mai 1956 von morgens 4° C bis spätnachmittags auf 12,5° C zu beobachten. In der gleichen Zeit betrug der Unterschied bei der Luft 8° und 16° C. Die Temperaturen der Mainächte liegen in der hiesigen Gegend vielfach nahe dem Gefrierpunkt, was die geringe Wasserwärme am Morgen von 4° C erklärt. Obwohl die durchschnittlich vorhandene Wassermenge nur wenig mehr als 100 ccm groß war, hatte das Höhlenwasser doch immerhin noch eine Eigenständigkeit hinsichtlich der Temperatur. Nur wenn etwa 10 ccm Restwasser vorhanden war, glichen sich die Werte von

Luft und Wasser mehr. Aus den Abbildungen 9 und 10 kann man wegen der Mittelwertberechnung nur bedingte Schlußfolgerungen ziehen. Die sehr viel größeren Schwankungen von (T) gegenüber den anderen Dendrotelmen sind hauptsächlich in den wechselnden Wasservolumina begründet. Die Trockenperioden sind in den Abbildungen durch „tr.“ gekennzeichnet; bei Temperaturen in den Wochen, in denen einige Tage lang Messungen bei geringem Wasserstand erfolgten, steht das Zeichen „(tr.)“.

Die bereits bei der Temperaturbesprechung der Höhle (N) angeführte Hypothese, daß im Baumhöhlenwasser gelöste Salze den Gefrierpunkt etwa erniedrigen, findet möglicherweise in den Verhältnissen des Biotops (T) eine Bestätigung. W. u. sieht man, daß das Höhlenwasser sehr arm an den betreffenden Stoffen ist. Daher mußte sich bei einer Lufttemperatur von  $0^{\circ}$  die Wasseroberfläche mit Eis bedecken, was auch in beiden Untersuchungswintern der Fall war.

Temperaturerhöhung infolge Sonneneinstrahlung trat nur selten ein, und auch dann betrug die dadurch erzielte Erwärmung nie mehr als  $2^{\circ}$  C. Hiermit wiederholt sich diese Tatsache ebenfalls bei der dritten Baumhöhle. Eine Erklärung dafür läßt sich m. E. nur darin erblicken, daß die Sonne lediglich mit gebrochener Intensität infolge des lückenhaften Laubdaches die Höhle beschien. Aber es gibt auch anders geartete Biotope. In einer bei den Exkursionen gefundenen Dendrotelme einer isoliert stehenden Birke konnte in praller Sonne eine Wassertemperatur von  $25^{\circ}$  C bei Lufttemperaturen (im Schatten!) um  $23^{\circ}$  C gemessen werden. Im Vergleich mit der Höhle (T) waren hier die Larven von *Aedes ornatus* schon viel weiter entwickelt.

C h e m i s m u s. Als kleinste Dendrotelme hatte (T) nur sehr wenig Wasser zur chemischen Analyse. Monatsuntersuchungen, mit Entnahme größerer Mengen Probenwasser verknüpft, wurden 1955 nicht ausgeführt. Im Jahre 1956 konnten dagegen – nicht zuletzt wegen der bedeutenden Niederschläge – neun quantitative Bestimmungen durchgeführt. Ergebnisse der qualitativen Wochenanalysen liegen jedoch bereits von 1955 vor. Entsprechend dem kleinen Wasser-raum wurde, nur wenn es unbedingt nötig erschien, nach der Probenentnahme eine geringe Menge (ca. 6 ccm) Wasser der Waldwinkelkuhle zugesetzt.

Das Wasser der Birkenhöhle hatte in beiden Jahren die größte durchschnittliche Wasserstoffionenkonzentration von den drei untersuchten Dendrotelmen. In beiden Arbeitsjahren reichte die Schwankungsbreite von pH 4 bis ca. 6. Bei Messungen, die vor und nach stärkeren Regenfällen unternommen wurden, sank der pH-Wert in der Regel um einen Wert: in der Mehrzahl der

Fälle von pH 5,5 auf 4,5. Dies wird eine allgemeine Erscheinung bei solchen Birkenbaumhöhlen sein, die ihre Füllung von über die Rinde hineinrinnendem Regenwasser beziehen. Eine häufige Beobachtung ist die Bildung von sauer reagierendem Schaum, der sich von solchem stammabwärts laufenden Wasser an Birkenstämmen auf dem Erdboden absetzt. Ebensolcher Schaum, der sich im Wasser leicht löste, gelangte auch in die Höhle (T). Wie lange sich der pH-Wert niedrig hielt, war vom Niederschlag abhängig. Dauerten die Regenfälle länger an, bzw. wiederholten sich plötzlich starke Schauern in regelmäßigen Zeitabständen, so schwankte die Wasserstoffionenkonzentration nur wenig. Begann jedoch nach Füllung der Höhle mit Regenwasser bis zum Überlaufen eine ein- oder mehrwöchige Trockenheit, so stieg der Wert beispielsweise von pH 4,5 in drei Wochen auf pH 5,8. Vergl. die pH-Wert-Meßergebnisse in Tabelle III.

TABELLE III

pH-Werte der Baumhöhle (T) vom 27. V. — 28. X. 1955																
Monat	V.			VI.			VII.			VIII.			IX.		X.	
Woche	22.	23.	24.	25.	27.	28.	29.	34.	36.	38.	41.	42.	44.			
Tag	27.	3.	10.	16.	1.	8.	15.	19.	2.	16.	7.	14.	28.			
Wert	4,5	5,6	5,0	5,4	6,0	6,0	6,2	5,6	5,8	5,5	4,5	5,5	4,7			

pH-Werte der Baumhöhle (T) vom 16. XII. 1955 — 25. V. 1956													
Monat	XII.		I.		III.		IV.				V.		
Woche	51.	4.	9.	10.	11.	14.	15.	16.	17.	18.	19.	20.	21.
Tag	16.	25.	2.	9.	16.	6.	13.	20.	27.	4.	11.	18.	25.
Wert	4,0	4,0	4,0	4,4	5,0	4,2	4,5	5,0	5,4	5,8	5,7	5,4	4,5

pH vom 1. VI. — 1. VIII. 1956							
Monat	VI.				VIII.		
Woche	22.	23.	24.	25.	26.	31.	
Tag	1.	8.	15.	22.	29.	1.	
Wert	5,5	5,2	5,5	5,6	5,3	5,5	

Wie ersichtlich sind die Schwankungen der Wasserstoffionenkonzentration in der Birkenhöhle jahreszeitlich nicht so rhythmisch wie in den beiden anderen Hainbuchenhöhlen. Es kommt noch dazu, daß auf Grund der eigenartigen Lage und Form der Höhle (T) kaum herbstliches Laub in diese hineinfällt. Eine Art von „Verlandung“ wie bei der Höhle (P) wird voraussichtlich nie eintreten. Der Boden



der Birkenhöhle ist hart und mit wenigen kleinen Rinden- und Markstückchen des Baumes belegt. Die Säure rührt allein von den aus der Rinde im Regenwasser gelösten Stoffen her.

Ermittlungen über die Alkalinitätsverhältnisse liegen, wie schon gesagt, nur vom Jahre 1956 (Januar bis August) vor. Bis zum April hielt sich der SBV-Wert in einer Größe zwischen 0 und 0,2. Am 1. August wurde ein SBV von 0,9, Mitte Oktober (Testprobe) von 0 nach lang andauernden Regenfällen festgestellt.

Eine Erklärung für die niedrigen SBV-Werte ist m. E. im Ausbleiben von in die Höhle gelangendem Material, z.B. der Laubblätter, die infolge Zersetzung Karbonate frei werden lassen, zu suchen. Woraus resultiert nun der Anstieg des SBV-Wertes ab Ende Juni? Die Veränderung, die offensichtlich in und kurz vor dieser Zeit eintrat, war die Entwicklung der *Aedes*-Larven. Durch deren Stoffwechselvorgänge mag sich die Alkalinität erhöht haben (?). Den niedrigen pH-Werten entsprechend kann das SBV in der Birkenhöhle wohl niemals besonders hohe Werte besitzen: durch vorhandene Karbonate würde die Säurewirkung mehr abgeschwächt werden.

Die Karbonathärte schwankte verhältnismäßig dem SBV-Wert.

Messungen der Gesamthärte ergaben einen abwechslungsreichen Verlauf. Gleich den anderen Biotopen betrug der GH-Wert auch in Höhle (T) nach dem Tauen im Frühjahr  $0^{\circ}$  DH. Vorher und nachher lagen die Größen zwischen  $3,7^{\circ}$  und  $8,2^{\circ}$  DH. Aus rückschließenden Vergleichen mit den beiden anderen Baumhöhlen, die nach der Frostperiode einen in etwa gleichen GH-Wert aufwiesen wie im Spätherbst des Vorjahres, läßt sich mit Vorbehalt annehmen, daß die Gesamthärte der Birkenhöhle im Vorwinter 1955 ungefähr  $8^{\circ}$  DH betrug. Im Vergleich zu den Werten der Dendrotelme (P) mit  $36^{\circ}$  DH ist dies eine sehr kleine Menge erdalkalisalzhaltiger Stoffe.

Während beider Untersuchungsjahre, in denen wöchentlich Proben entnommen wurden, fand keinerlei Schwefelwasserstoffentwicklung statt. Das Wasser war stets geruchlos, fast immer kristallklar, höchstens leicht bräunlich.

Ammoniak ließ sich während mehr als 35 Wochen nur in Spurenmengen nachweisen. 1956 kam es einmal zu einer starken Entwicklung am 6. April. Die Höhle war vorher 12 Tage lang trocken gewesen und nach der Füllung durch Niederschlagswasser von den im Innern abgelagerten Staub- und Schmutzteilchen auffällig getrübt. In den folgenden 6 Wochen sank der Ammoniakgehalt wieder bis auf Spurenmengen ab.

Ganz ähnlich dem Ammoniakgehalt verhielt sich das Sauerstoffdefizit. Mangels bedeutender Fäulnisprozesse durch organische Stoffe schwankte der Sauerstoffverbrauch in mittleren Grenzen;

TABELLE IV  
 Analysenergebnisse von (A), (N), (P) und (T) 1955 und 1956

		(A)			(N)			(P)			(T)		
Datum	Wochen	GH	SBV	KH	GH	SBV	KH	GH	SBV	KH	GH	SBV	
1955													
5. V.	19.	9,6	—	—	12,5	—	—	12,2	—	—	—	—	
3. VI.	23.	8,4	3,5	9,8	—	—	—	9,0	—	—	—	—	
10. VI.	24.	7,5	5,3	14,8	5,0	1,0	2,8	4,6	0,9	2,5	—	—	
1. VII.	27.	7,3	5,4	15,1	—	—	—	4,6	4,5	12,6	—	—	
22. VII.	30.	—	—	—	—	—	—	6,2	4,1	11,5	—	—	
2. IX.	36.	—	—	—	—	—	—	8,8	2,3	6,4	—	—	
9. IX.	37.	—	—	—	6,4	—	—	—	—	—	—	—	
7. X.	41.	—	—	—	6,7	0,7	1,9	6,8	0,3	0,8	—	—	
28. X.	44.	—	—	—	10,6	1,9	5,3	13,6	0,7	1,9	—	—	
2. XII.	49.	—	—	—	11,5	—	—	36,0	0,3	0,8	—	—	
1956													
6. I.	1.	5,9	3,9	10,9	—	—	—	22,0	0	0	—	—	
13. I.	2.	—	—	—	9,8	—	—	—	—	—	—	—	
25. I.	4.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	3,7	0	
27. I.	4.	—	—	—	—	0,9	2,5	—	—	—	—	—	
2. III.	9.	—	—	—	—	0	0	—	0	0	—	0	
5. III.	10.	2,5	0,4	1,1	6,5	0,3	0,8	2,5	0	0	0	0,2	
6. IV.	14.	9,0	3,5	9,8	—	—	—	21,5	0	0	4,0	0	
16. IV.	16.	—	—	—	14,4	0	0	—	—	—	4,3	0,2	
3. V.	18.	6,2	3,1	8,7	15,0	—	—	21,4	0	0	8,2	—	
29. V.	22.	—	—	—	8,5	6,6	18,5	10,8	0	0	6,2	0	
5. VI.	23.	—	—	—	—	8,3	23,2	—	—	—	—	—	
21. VI.	25.	7,0	5,4	15,1	—	—	—	—	—	—	—	—	
2. VII.	27.	7,4	6,0	16,8	5,6	7,0	19,6	6,8	3,5	9,8	2,2	0,8	
1. VIII.	31.	7,4	4,3	12,1	—	—	—	—	—	—	2,6	0,9	

meist wurde keinerlei Sauerstoffzehrung festgestellt. Der größte Permanganatverbrauch trat Anfang April 1956 auf, als auch das Ammoniakvorkommen am größten war, und fiel innerhalb der folgenden acht Wochen nahezu auf null. In der ganzen übrigen Zeit des Jahres ließ sich keine Sauerstoffzehrung mehr beobachten.

Bereits zu Anfang der Diskussion chemischer Verhältnisse der Birkenhöhle wurde auf deren Form hingewiesen, die es verhindert, daß allzu grobe und große Mengen allochthoner Stoffe in diese gelangen. Bei Trockenheit, vor allem wenn im Winter staubbindende Niederschläge fehlen, verschmutzt die Höhle etwas. Daraus ergibt sich dann, w.o. erwähnt, der hohe Ammoniakgehalt und die relativ große Sauerstoffzehrung in der anschließenden Jahreszeit.

Biozönose. Untersuchungen der Baumhöhle (T) ergaben eine wesentlich schwächere Besiedlung mit Lebewesen als bei den

anderen Höhlen. Bakterien waren allerdings auch hier in überwiegenden Zahlen vorhanden. Trotz der relativ guten Belichtung des Biotops fehlten zu allen Jahreszeiten grüne Algen, mit Ausnahme von „Rindenaufwuchsalgen“; diese wurden – hauptsächlich im zeitigen Frühjahr – mit dem Regenwasser in die Höhle gespült, müssen aber daraufhin als dendrolimnetoxene Organismen bezeichnet werden. Farblose Ciliaten waren in geringer Menge vorhanden. Im frühen Herbst krochen an der zu dieser Zeit immer sehr feuchten Rinde oberhalb des Wasserspiegels bis zu höchstens 30 Tendipediden umher. Eristalinen kamen nie in der Baumhöhle vor.

An Culiciden wurden auch hier, wie schon erwähnt, nur Larven von *Aedes ornatus* MEIGEN gesehen.

### c. Die Waldwinkel-Niepkuhle (K)

Allgemeines. Das letzte Gewässer, des sich vom Krefelder Stadtwald nach Norden erstreckenden Kuhlenzuges ist die Waldwinkel-Niepkuhle; ihr gegenüber liegt die Limnologische Station Niederrhein. Bei diesen sogen. Kuhlen handelt es sich um verlandende ehemalige Rheinarme. Heute zeigen die Gewässer den Charakter flacher Weiher. Die Waldwinkelkuhle hat eine Länge von ca. 750 m, eine maximale Breite von 100 m, eine minimale von 37 m und mißt an der tiefsten Stelle bei normalem Wasserstand 1,90 m. Der besonders untersuchte Teil des Gewässers ist in Abbildung 13 dargestellt.

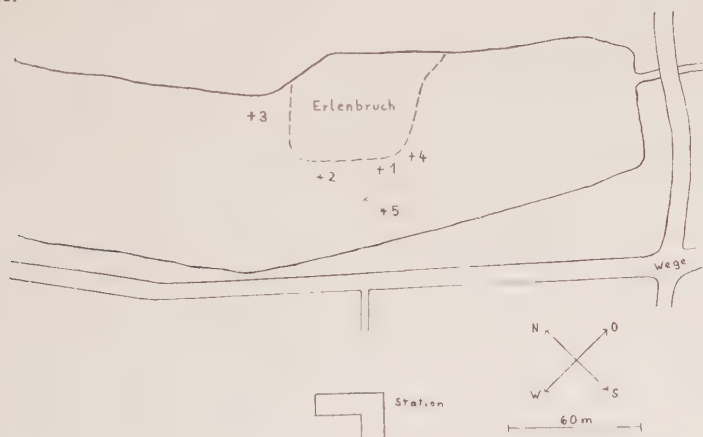


Abb. 13. Skizze der Waldwinkel-Niepkuhle (K) (Südost-Teil).  
(+ 1 bis + 4 Fundorte, + 5 Kamerastandort.)

Dieser Biotop war das einzige Stechmückenbrutgewässer der Untersuchungen, das direkt windexponiert lag. Bei stürmischem Wetter konnten die Wellen – „Berg und Tal“ – 12 bis 14 cm errei-



chen. Die sehr breiten Uferbezirke wurden davon aber nur an den dem freien Wasser zugekehrten Rändern der Pflanzengesellschaften in einer Breite von wenig mehr als 1 m betroffen, da der Uferbewuchs den Wellenschlag sich sehr rasch brechen ließ. Besonders bei stark ausgebildeter *Lemna*-Decke verflachten sich die im freien Wasser noch hohen Wellen immer mehr.

**T h e r m i k.** Temperaturmessungen wurden nur vorgenommen, wenn beabsichtigt war, Mückenlarven zu fangen. Es konnte bei den Gesamtbeobachtungen der Eindruck gewonnen werden, daß sich das Gewässer durch eine relativ (!) große Wärmekonstanz auszeichnet.

In den Sommermonaten, sogar in den kühlen niederschlagsreichen des Jahres 1956, wurde in den späten Vormittagsstunden eine durchschnittliche Wärme zwischen  $17^{\circ}$  und  $21^{\circ}$  C gemessen; die Lufttemperaturen lagen bei ähnlichen, manchmal bei niedrigeren Werten. Wenn zu dieser Zeit die Luft in den Morgenstunden noch recht kühl war, hatte das Kühlenwasser vom Vortage her oft eine angenehm zu empfindende Wärme. Es wurden Unterschiede zwischen Luft und Wasser bis zu  $5^{\circ}$  C festgestellt. Im Hochsommer, wenn an heißen Tagen die Lufttemperatur im Schatten  $27^{\circ}$  C betrug, kam es an voll besonnten Wasserstellen zu Erwärmungen bis zu  $29^{\circ}$  C. Das waren die höchsten Temperaturen, die in der ganzen Untersuchungszeit in der Waldwinkelkuhle gemessen wurden. Die angeführten Werte gelten für 10 cm tiefe Wasserschichten. 30 cm tiefer war die Temperatur schon ausgeglichener und daher von der in Oberflächennähe meist verschieden.

Im Winter kühlte sich das Gewässer unter der Eisdecke tiefer als  $4^{\circ}$  C ab. Eine dickere Eisdecke bildete sich erst Anfang bis Mitte Februar und begann Ende März zu schmelzen. Im Jahre 1955 betrug die dickste Eisbedeckung ca. 20 cm, 1956 dagegen ca. 35 cm. Die an tiefster Stelle, 1,40 m tief unter der Eisdecke, an den kältesten Tagen gemessenen Temperaturen betrugen zwischen  $0^{\circ}$  und  $1^{\circ}$  C.

**C h e m i s m u s.** Wasseranalysen der Waldwinkelkuhle von den Fundorten 1 bis 3 ergaben nur für die quantitativen Bestimmungen positive Ergebnisse. Alle nach der hier geübten Methodik vorgenommenen qualitativen Prüfungen des freien Wassers, wie auf Schwefelwasserstoff, Ammoniak und Sauerstoffzehrung, verliefen immer negativ. Nur einige Uferbezirke hatten infolge flachen Wasserstandes im Herbst eine starke auf mehr oder weniger kleine Stellen begrenzte Schwefelwasserstoffentwicklung.

Die **W a s s e r s t o f f i o n e n k o n z e n t r a t i o n** bewegte sich zwischen pH 7,0 und 7,4. Eine gesetzmäßige Schwankungstendenz war nicht zu beobachten.

Ebenso konstant war die **A l k a l i n i t ä t**, im Gegensatz zu der in den Dendrotelmen. Die Schwankungsrichtung zwischen beiden

Gewässerarten war eine sehr ähnliche, jedoch die Werte des Säurebindungsvermögens der Kuhle verliefen in bedeutend engeren Grenzen. Die Größen bewegten sich zwischen SBV 3,3 und 4,3 in beiden Beobachtungsjahren.

Entsprechend lagen die Werte der Karbonathärte zwischen 9,2° und 12,1° DH.

Etwas abwechslungsreicher verhielt sich die Gesamthärte. Im letzten Halbjahr 1955 ergaben die Bestimmungen 12,9° bis 15,0° DH. Im ersten Halbjahr 1956 hatte das Wasser der Kuhle 14,0° bis 17,6° DH.

Bis zum Temperatur- und für unsere Breiten gleichzeitigen Niederschlagsmaximum sanken innerhalb der Untersuchungszeiträume die Werte für die verschiedenen hier untersuchten Salze ab.

Auch der Chlorgehalt, der für die Kuhle aus später angegebenen Gründen (s. S. 65) bestimmt wurde, erreichte in dem letztgenannten Zeitraum sein Minimum. Er schwankte in Größen um 40 mg/l. Im Jahre 1956 kam es bis Juli zu einem Maximum von 43,6 mg/l (Mai) und einem Minimum von 37 mg/l (August). Vergl. für alle quantitativen Messungen Tabelle V.

TABELLE V  
Analyseergebnisse der Waldwinkelkuhle 1955 und 1956

Datum	Woche	pH	GH	SBV	KH	Cl
1955						
9. IX.	37.	7,3	12,9	3,3	9,2	—
16. IX.	38.	7,1	—	—	—	—
23. IX.	39.	7,3	—	—	—	—
30. IX.	40.	7,3	15,0	3,8	10,6	—
23. XII.	52.	7,2	—	—	—	—
1956						
9. IV.	15.	—	—	—	—	40,5
11. V.	19.	7,3	17,6	3,4	9,5	43,6
29. V.	22.	7,0	15,0	3,6	10,1	38,5
8. VI.	23.	7,4	—	—	—	—
2. VII.	27.	7,1	14,0	3,4	9,5	38,5
1. VIII.	31.	7,1	14,0	4,3	12,1	37,0

Fast immer war das Kühlenwasser kristallklar. Nur in der Hauptentwicklungszeit des Planktons waren einige Gewässerstellen leicht getrübt, jedoch niemals so stark wie beispielsweise im Tümpel (A). Bis auf einen schwach fauligen Geruch im Herbst und Frühjahr war das Gewässer immer geruchlos; merkliche Verunreinigungen konnten

nicht beobachtet werden. An den flachen und bis zu 100 cm tiefen Uferstellen, dort wo auch Culiciden-Larven vorkamen, war fast immer der Bodengrund zu sehen.

**Biozönose.** Wenn es schon nicht möglich war, alle Organismen der vorigen Biotope aufzuführen, so kann dies noch weniger bei dem der Waldwinkelkuhle geschehen.

Die Ufer zeigen in der Regel typische Weiher-Gewässerbepflanzung, wie sie in vielfacher Weise schon oft beschrieben worden ist (im hier gebrachten Zusammenhang: SORG 1948, FESSLER 1949). Zu den submersen Wasserpflanzen zählen riesige Bestände von *Ceratophyllum*-, „Wäldern“, die stellenweise von teppichartiger Dichte sind. Ihre Hauptentwicklungszeit ist von Ende Mai bis Oktober. Wasserlinsen in den drei Hauptarten *Lemna minor* L., *Lemna trisulca* L. und *Spirodela polyrrhiza* SCHLEIDEN treten nach Jahren verschieden und in unterschiedlich großen Beständen auf. Auch die Stellen mit großem Individuenreichtum sind jährlich etwas verschieden. Die Zone des Schwimmpflanzengürtels dagegen ist von Jahr zu Jahr ziemlich gleichartig ausgebildet.

Von den kleinsten Vertretern des Planktons bis zu den verschiedensten Wasser- und Ufervögeln sind alle Klassen des Tierreichs zu finden. Hinzuweisen ist auf den Fischreichtum des Gewässers – Schleien, Karauschen, Plötzen, Rotfedern, Aale, Barsche, Hechte u. a. –, der wiederum auf den entsprechenden Mengen an Pflanzen und Nährtieren basiert.

Vier Arten der Stechmücken konnten in der Waldwinkelkuhle festgestellt werden: *Anopheles „maculipennis“* MEIGEN, *Theobaldia annulata* SCHRANK, *Mansonia richardii* FICALBI und *Culex pipiens* L. Aus der Abbildung 13 ersieht man die Lage der Fundstellen zueinander, die fortwährend untersucht wurden. Bei Stelle 1 und 2 fanden sich *Anopheles „maculipennis“*, bei 3 die beiden „Hausmücken“ – Arten und bei 4 *Mansonia richardii*. Die Abbildungen 14 und 15 zeigen die Stelle des Gewässers vom Kamerastandort 5 aus gesehen, an der hauptsächlich die *Anopheles*-Larven gefunden wurden (Fundort 2). Das erste Bild gibt das Aussehen des vegetationsreichen Biotops zur Hauptfundzeit wieder; im Vordergrund die dichte *Lemna*-Decke.

## 2. Restliche Fundstellen

Bei den Exkursionen in der Umgebung des Hülserberges wurden sowohl die gegebenen Örtlichkeiten für die Larven als auch für die Imagines der Culiciden beachtet. Wenn bisher noch keinerlei Schilderung der Biotope der letzteren erfolgte, so geschah das in der Absicht, im folgenden zusammenhängend darüber für das bezeichnete Gebiet zu berichten, also auch für die Umgebung der bereits





Abb. 14. Waldwinkelkuhle (K) im September 1955.



Abb. 15. Waldwinkelkuhle (K) im Januar 1956.

besprochenen Larvenbiotope. Es scheint nämlich ziemlich abwegig, für die Mehrzahl der hier auftretenden Arten fest begrenzte Orte als direkt typisch zu bezeichnen. Wenn auch die Larven an ihre speziellen Brutgewässer gebunden sind, so trifft das naturgemäß jedoch für die Imagines nicht zu.

**Larven.** Als Brutstätten kommen Gräben, Sumpfstellen, Wald- und Wiesentümpel, Viehtränken, Zementbecken und Eisenbehälter für verschiedene Zwecke sowie Baumhöhlen in Betracht. Von den Gräben führte aber der weitaus geringere Teil im Winter und Frühjahr Wasser. Etwa ab Juli, was jedoch von Jahr zu Jahr etwas verschieden sein kann, waren alle trocken. Nur 1956 blieben manche Gräben und Tümpel bis zum Winter mit Wasser gefüllt. Es ist bemerkenswert, daß einige Waldgräben, die in mancherlei Beziehung dem Tümpel (A) sehr ähnlich waren, trotzdem zur gleichen Untersuchungszeit eine geringere Menge Larven enthielten.

Bei einem Tümpel, der in einem kleinen Waldstück aus Kiefern, Fichten, Weiden und Birken lag und in dem während der ganzen Untersuchungszeit regelmäßig dreiwöchentlich Fangversuche angestellt wurden, hatte man nur sehr geringen Erfolg in den beiden Frühjahren (April). Dieses Kleingewässer wich deutlich von der Charakteristik des Tümpels (A) ab. Schon äußerlich boten seine Makrophytenwelt, die ihn bewohnenden Wassertiere und das Aussehen des Wassers ein anderes Bild. Der einzige vergleichbare Zustand war die Wasserführung. Keine Untersuchung vermittelte den Eindruck von einem Mikrobenreichtum im Vergleich zu anderen schon beschriebenen Brutbiotopen. Eine Kahmhaut, wie sie lange Zeit hindurch im Frühjahr die Oberfläche des Tümpels (A) bedeckte, war hier kein einziges Mal vorhanden. Auch die chemischen Prüfungen zeigten grundsätzliche Unterschiede. Der pH-Wert lag fast zu allen Jahreszeiten im sauren Bereich, höchstens bis zu pH 6,5. Gemeinsame Züge mit der Waldwinkelkuhle hatte dieser Tümpel in den anderen Eigenschaften des freien Wassers, z. B. Fehlen des Schwefelwasserstoffs, des Ammoniaks und das Vorhandensein von Sauerstoff. Dieselben Planktonorganismen und Kleininsekten, die typisch für die Niepkuhlen sind, kamen mit ihrem jahreszeitlich rhythmischen Auftreten beinahe gleichermaßen in diesem Tümpel vor. Die Culiciden-Larven waren aber ungleich vertreten. Während die Waldwinkelkuhle „Haus- und Viehmücken“ aufwies, traf man im Tümpel vornehmlich *Aedes*-Arten an. Es wurden bestimmt: *Aedes quartus* MARTINI und *Ae. cantans* MEIGEN; die letzteren waren meist zahlenmäßig in der Minderheit.

Nahe bei dem soeben beschriebenen Ort hatte sich in einem Grabenstück, eine niedrige Bahnunterführung zwischen Hülserberg und Niep, Anfang April 1956 noch etwas vom Winterschmelz-

wasser erhalten, in dem *Aedes diversus* THEOBALD neben den beiden Arten des vorigen Biotops gefangen wurden. Die Larven von *cantans* und *quartus* waren im III. Stadium, die von *diversus* hatten schon das Vorpuppenstadium erreicht. Ihrer Arteigenheit entsprechend schlüpften letztere sicherlich früher aus den Eiern als die Arten *cantans* und *quartus*. Mit Ausnahme des pH-Wertes, der bei 6,8 lag, zeigte das Wasser der Bahnunterführung keine Abweichung von den Werten des Tümpels.

Neben diesem Fundort fand sich auf einer Viehweide ein freiliegender kleiner B o m b e n t r i c h t e r, der keine einzige Culiciden-Larve enthielt. Im Gegensatz dazu beobachtete man noch in der gleichen Woche an einer weiter entfernten Stelle, die mit niedrigem Gebüsch umstanden war, eine Massenpopulation von *Aedes cantans* MEIGEN und vereinzelt auch *Ae. quartus* MARTINI. Wasserbeschaffenheit, Tümpelart – auch hier handelt es sich um einen Bombentrichter – und mikroskopisches Bild dieser beiden Kleingewässer waren einander überaus ähnlich, hatten aber trotzdem die unterschiedliche Larvenbesiedlung. Hängt die Erscheinung mit dem umgebenden Pflanzenkleid zusammen? Freiliegende Wasserstellen wurden in unserer Landschaft selten von *Aedes*-Arten zur Eiablage benutzt.

Im August 1955 fanden sich Culiciden-Larven in einem G r a b e n t e i l, in dem nach flüchtiger Beobachtung niemals solche Lebewesen vermutet werden konnten. Die Tiere befanden sich in einer stinkenden pechschwarzen Wasseransammlung, die vereinzelt einzellige Chlorophyceen aufwies. Etwa 20 m entfernt stand das nächste Haus, das der Vermutung nach Abwässer einleitete. Zu den Larven, die man als *Culex pipiens* L. bestimmte, gesellten sich eine große Zahl Eristalinen. Die Stechmücken befanden sich in allen Stadien, Puppen ausgenommen. Von der Analyse des Grabenwassers liegt folgendes Ergebnis vor: pH 8,  $H_2S$  stark,  $NH_4^+$  stark, organische Stoffe stark, Fe etwas.

Mitte Dezember 1955 wurde, dem zuletzt besprochenen Graben gegenüber, in einer ähnlichen Wasseransammlung *Anopheles bifurcatus* MEIGEN im III. Stadium gefangen. Es war eine G r a b e n k r e u z u n g, deren zuführender Teil aus dem Park eines Waldhotels hervorkam. Das Wasser stand an der Fundstelle etwa 30 cm hoch, war ziemlich trüb, gering faulig und nach Schwefelwasserstoff riechend. Die Lufttemperatur betrug um 14 Uhr 11° C, die des Wassers 6° C. Der pH-Wert war 7; Ammoniak sehr stark; das SBV betrug 4,9 und somit die Karbonathärte 13,7° DH; die Gesamthärte bestand nur aus Karbonathärte, denn es war ein GH-Wert von nur 5,4° DH zu messen. Dem geringen Fadenalgenvorkommen stand eine große Menge an Phyto-, Zooplankton und Bakterien gegenüber.



Trotz mühevoller und vorsichtiger Suche konnte hier nirgendwo eine zweite Culiciden-Larve entdeckt werden.

Für den Trinkbedarf des Weideviehs, das vielfach den ganzen Sommer auch nachts im Freien bleibt, hat man an der Umzäunung runde 1 bis 1,5 m im Durchmesser betragende Betonbehälter aufgestellt. Meist stehen gleich daneben Handpumpen, mit deren Hilfe das Grundwasser sofort in die T r ä n k e n gepumpt werden kann. Durchschnittlich sind die Behälter 1 m hoch. Vom Herbst bis zum Frühjahr befindet sich gar kein oder wenig Wasser darin; jedenfalls wird es vor der Frostperiode möglichst entfernt, um ein Zerspringen des Betons zu verhindern.

Eine zweifach verschiedene Oberflächenbewegung war bei der Wasserfläche der Tränken zu beobachten. Die für die dort lebenden Culiciden-Larven unangenehmste aber kurzzeitige Bewegung war die Nachfüllung der Becken durch einen starken Pumpenstrahl oder heftigen Zufluß aus einem fahrbaren Tonnenbehälter. Die zweite Bewegung wurde durch den Wind verursacht. Ob diese Luftbewegung stark oder schwach war, immer äußerte sich diese in einer kreiselförmigen Drehung der Wasseroberfläche, ähnlich der bereits beschriebenen in der Dendrotelme (P). Nur die Schnelligkeit der Drehung schwankte je nach der Windstärke. Bei mittleren Windstärken (4—6) betrug die Geschwindigkeit der Oberflächenteilchen und damit die der an der Oberfläche hängenden Stechmückenlarven und -puppen 5 bis 10 cm pro Sekunde. Es war aber nicht ein einziges Mal zu beobachten, daß hierdurch eine Culicide ihre Atemtätigkeit aufgeben hätte.

Die Art des Biotops bringt eine für unsere Breiten vollkommen naturfremde Temperaturenfolge im Gegensatz zu der eines allgemeinen Mückenbrutplatzes mit sich. Meist gestattet die freie Aufstellung eine ungehinderte direkte Sonnenbestrahlung, dagegen fehlt in kühlen Nächten die Wärme haltende und schützende Erde, in die beispielsweise ein Tümpel eingebettet liegt. In der Zeit des Larvenvorkommens wiesen die Tränken an heißen Tagen ebenso hohe und höhere Temperaturwerte auf wie z. B. die Waldwinkelkühle, kühlten aber verhältnismäßig nachts viel tiefer ab. Am 20. September 1955 hatte eine culiciden-bewohnte Tränke um 8.30 Uhr bei Sonnenschein 10° C – nachts werden nach Schätzungen 6° und 8° C vorgelegen haben – und um 16 Uhr 22° C. Die entsprechenden Lufttemperaturen waren 10° und 21° C im Schatten. Den ganzen Tag über war die Tränke der Sonnenbestrahlung ausgesetzt. Wie ersichtlich herrschten temperaturlich, d. h. bei dem wichtigsten Faktor für alle biologischen Prozesse, in diesem Larvenbiotop extreme Verhältnisse, die man annäherungsweise sogar mit tropischem Klima vergleichen könnte.

Das Wasser fast aller untersuchten Tränken war leicht trüb, bräunlich und ohne besonderen Geruch. Am Boden und an der Wand vieler Behälter lagen oder hingen braune Algenwatten. Abgerissene Grashalme – wohl vom Vieh eingebracht – schwammen an der Wasseroberfläche. Am 1. VIII. 1956 erfolgte von zwei bewohnten Tränken eine Bestimmung des Wassers; jeweils betrug der pH-Wert 7,1 und 7,0; das SBV 2,0 und 1,75; die Karbonathärte 5,6° und 4,9° DH und die Gesamthärte 13,8° und 13,9° DH.

Nur in solchen Behältern, die höchstens 100 bis 200 m weit von menschlichen Wohnungen bzw. Viehställen entfernt aufgestellt waren, fanden sich Mückenlarven. In der zuletzt besprochenen Tränke waren Larven und Puppen von *Culex pipiens* L. Dazu kamen in einer anderen Tränke Larven des II. Stadiums von *Anopheles „maculipennis“* MEIGEN. Leider kann keine Aussage über die „Rasse“ gemacht werden, da es wegen der späten Jahreszeit – die Larven wurden im September gefangen – nicht möglich war, die Tiere weiterzuzüchten und Eier zu erhalten. Meist lebten in besiedelten Tränken, die nur noch wenig Wasser führten, Puppen oder kurz vor dem Verpuppen stehende Larven. In einem Behälter mit 8 cm Wasserstand wurden ca. 40 bis 50 Larven im II. und III. Stadium angetroffen. Wird die Tränke unbenutzt gelassen, d. h. nicht mehr aufgefüllt, so gehen die Larven natürlich zu Grunde.

Zu den Bewohnern außer den Culiciden in den Betonviehtränken zählten hauptsächlich Insekten. U. a. konnten Wasser-Coleopteren, Notonectiden und Tendipediden beobachtet werden.

Wegen der schon geschilderten eigenartigen Zusammenhänge bei Baumhöhlengewässern richtete sich ein besonderes Interesse auf die Beobachtung der Stechmücken in *Dendrotelmen*. An der Ostseite eines dem Hülserberg benachbarten Hügels – Wolfsberg oder Achterberg genannt – wachsen an einem mäßig steilen Abhang ca. 200 Rotbuchen (*Fagus silvatica* L.) und wenige Hainbuchen (*Carpinus betulus* L.). Von diesen besitzen etwa 10 bis 20 verkrüppelte Stämme bei nicht zu großer langanhaltender Trockenheit eine Zeit lang wassergefüllte Höhlungen. Sechs Höhlen waren noch im Januar 1956 vor der eigentlichen Frostperiode mit *Aedes*-Larven besiedelt. Dieser Prozentsatz an culiciden-bewohnten Baumhöhlen hielt sich auch im darauffolgenden Sommer bei dem Rotbuchen-Wald des Wolfsberges. Die Größe der Dendrotelmen schwankte sehr. Eine kleinste hatte 50 bis 75 cm Inhalt mit einer Oberfläche von 8 qcm, während die größte in einem vollständig abgehackten Baumstumpf etwa 9.000 cm Wasser enthielt. Im Januar waren entsprechende Mengen Rotbuchenlaub in den Höhlen, jedoch sehr verschieden je nach der Möglichkeit des Einfallens.

Die chemischen Merkmale können nur insgesamt für alle von

Larven besiedelten Dendrotelmen beschrieben werden, da Einzelheiten dieser Art von Momentuntersuchungen nicht lohnend wären. Das Wasser besaß Anfang Januar 1956 Farbunterschiede von kristallinen über grün nach erdnußbraun. Eigenartigerweise konnte bei keiner bewohnten Höhle ein fauliger Geruch festgestellt werden. Wahrscheinlich ist dies auf die derzeitigen niederen Temperaturen, die eine verstärkte Stoffumsetzung nicht gestatten, zurückzuführen. Messungen der Wasserstoffionenkonzentration ergaben Werte von pH 5,8 bis 7,3; die Gesamthärte schwankte zwischen 3,5° und 9,0° DH. Qualitative Prüfungen auf Schwefelwasserstoff ergaben nur für zwei Höhlen geringe Mengen. Ammoniak fand sich reichlich in fünf von den sechs untersuchten Kleingewässern.

An Culiciden war wiederum ausschließlich *Aedes ornatus* MEIGEN vorhanden. Meist befanden sich die Larven zu Beginn des Jahres in erwachsenem Zustand. Bei zwei Höhlen wurden zu dieser Zeit durch die Bewegung des Laubes im Wasser insgesamt drei tote Larvenkörper des IV. Stadiums sichtbar. Es wird dies eine Folge der ersten wenigen Kältetage gewesen sein, in denen morgendliche Lufttiefsttemperaturen um -4° C gemessen wurden. Nachts ist für diesen Wert entsprechend die Kälte mit etwa -7° C anzunehmen. Daß solche „Katastrophen“ aber nicht die Regel zu sein brauchen, ist der Schilderung v. BRANDT's (1934, S. 558) zu entnehmen, der eine lebende Culiciden-Larve in dem künstlich aufgetauten Eis einer Baumhöhle fand.

Im Januar konnten nur in einer Höhle Larven der Baumhöhlen-Eristaline gesehen werden. Andere makroskopische Lebewesen wurden zu dieser Zeit nicht mehr beobachtet.

Imagines. So wenig Larvenfundplätze es im Gebiet des Hülserberges und des Hülserbruches heute noch gibt, so vielerorts waren in der Hauptflugzeit die geflügelten Formen der Stechmücken zu finden. Jede noch so kleine gebüsch- und waldbestandene Stelle war von Imagines etwa ab Anfang Mai bis Mitte September besiedelt.

Zu einem überwiegenden Prozentsatz handelte es sich dabei um „Waldmücke n“ (*Aedes*-Formen). Die Biologie der Culiciden-Weibchen hauptsächlich dieser Gattung bringt es mit sich, daß die Beurteilung ihrer typischen Aufenthaltsplätze nicht einfach ist. (Auf diesen Problemkreis wird im Teil V. bei den einzelnen Arten noch zurückzukommen sein.) Daß die Mücken in erheblich größeren Zahlen an der Brutstätte oder vielleicht auch an larvenfreien Wasserstellen zu finden sind als an relativ trockenen Orten, konnte nicht beobachtet werden. In dem engeren als „Waldwinkel“ bezeichneten Wäldchen, vom nächsten Brutgewässer (Tümpel (A)) 500 bis 900 m entfernt, waren meist ebensoviele Imagines vorhanden wie in der nächsten Umgebung der Brutstelle.



Auf zwei Orte, an denen zwei für das Hülserbruch-Gebiet seltene Arten erbeutet wurden, ist besonders hinzuweisen. Beim Tümpel (A) fing man am 17. VIII. 1955 *Aedes vexans* MEIGEN. Das einzige Exemplar dieser Art des im gesamten Untersuchungsgebiet gesammelten Materials – ein Weibchen – saß mit einer Anzahl *Culex pipiens* zusammen im Brombeergestrüpp, ohne sich durch das Verhalten schon vor der Determination von ihnen zu unterscheiden. – Im August/September 1955 flogen zwei Weibchen der Art *Aedes cinereus* MEIGEN nahe dem Erlenbruch der Waldwinkelkuhle Verf. zum Stechen an. Hierbei handelt es sich ebenfalls um die einzigen beiden Tiere dieser Art im Hülserbruch (Die Larven wurden dort, ebenso wie die von *Aedes vexans* im gesamten Untersuchungsgebiet, bisher nirgendwo gefunden.).

Die Culiciden-Gattung *Aedes* nimmt vom Landschaftsraum den größten Teil in Besitz. Im Gegensatz dazu verhalten sich die „Haus- und Viehmücken“; besonders letztere haben, wie man noch sehen wird, eine nicht allzu große Verbreitung.

Meist in den Kellern der Häuser, die in der Nähe von Brutmöglichkeiten lagen, konnte man zur Einwinterungszeit – von Mitte September bis Mitte November – die beiden „H a u s m ü c k e n“-Arten *Culex pipiens* und *Theobaldia annulata* oft in größeren Mengen fangen. Aber auch im Erd- und Obergeschoß flogen die Mücken zu Beginn dieser Zeit umher. Bis zum Oktober waren sie noch recht fluglustig und sollen hin und wieder gestochen haben. Wenn auch am Anfang der kälteren Monate viele menschliche Siedlungen aufgesucht werden, so ist heutzutage die Zahl der Orte, welche die Mücken nach dem Winterschlaf lebend wieder verlassen, geringer als vor etwa einem halben Jahrhundert geworden. Nähere Beobachtungsergebnisse darüber folgen im Teil V.

Im Sommer fand man die Imagines an den gleichen Orten, die bereits zu Anfang dieses Kapitels für die Aedinen beschrieben wurden. Sowohl im Schilfbestand der Waldwinkelkuhle wie am mit kleinen Büschen bestandenen Rande freier Felder flogen zu Beginn des Herbstes 1955 zahlreiche Männchen und Weibchen. Der nächste Wald war mindestens 100 m von diesen Stellen entfernt. An und in den Gebäuden einzelner Bauernhöfe, die sinngemäß eigentlich mehr Aufenthaltsort der „Viehmücken“ sein müßten, konnten die *Culex*- und *Theobaldia*-Arten in relativ größerer Anzahl als die Anophelen festgestellt werden. Wenn zur Hauptflugzeit der ersten beiden tagsüber die Viehställe aufgesucht wurden, saßen die Mücken an dunklen Wandstellen, wo sie sehr schwer zu erkennen waren. Man darf sich von der „größeren Anzahl“ aber keine falsche Vorstellung machen; das größte Fangergebnis war am 23. VIII. 1955: 10 *Culex pipiens*, 3 *Theobaldia annulata* und 1 *Anopheles „maculipennis“*,

lediglich Weibchen, in einem Rinderstall in der Nähe von Moers.

Leider ist nicht allzuviel über die Fundplätze der „Vieh-  
m ü c k e n“ mitzuteilen, da die Anophelen nach den Beobachtungen  
hier und heute nicht sehr häufig sind. Obwohl ein Larvenfundplatz  
nur ca. 200 m weit vom nächsten Bauernhof entfernt war, gelang  
nur zweimal der Fang von Imagines im freien Gelände. Mit Ausnahme  
des oben angeführten Fangergebnisses (23. VIII. 1955) in einem  
Rinderstall waren die Bemühungen, in den Bauernhöfen des Hülser-  
bruch-Gebietes Anophelen zu fangen, ergebnislos. Wohl in der Nähe  
aber außerhalb der Stallungen, sowohl an geschützten, regensicheren  
Unterschlüpforten wie auch in Wohnungen, ließen sich einige Ima-  
gines erbeuten. Die Fänge ergaben lediglich weibliche Tiere.

Zählt man die *Culiciden*-*Arten* des ganzen H ü l s e r -  
b r u c h - G e b i e t e s zusammen, so erhält man die Zahl 12,  
ein beachtliches Ergebnis für ein 6 bis 9 qkm großes Gelände. Es  
wäre wohl kaum erreicht worden, wenn die Untersuchungen weniger  
regelmäßig vorgenommen worden wären, wie aus Berichten ver-  
schiedener Autoren in anderen Landschaften sogar größeren Aus-  
maßes vergleichend zu folgern ist.

Folgende Formen konnten festgestellt werden:

<i>Anopheles</i>	<i>bifurcatus</i>	MEIGEN
„	„ <i>maculipennis</i> “	MEIGEN
<i>Theobaldia</i>	<i>annulata</i>	SCHRANK
„	<i>morsitans</i>	THEOBALD
<i>Mansonia</i>	<i>richardii</i>	FICALBI
<i>Aedes</i>	<i>cantans</i>	MEIGEN
„	<i>cinereus</i>	MEIGEN
„	<i>diversus</i>	THEOBALD
„	<i>ornatus</i>	MEIGEN
„	<i>quartus</i>	MARTINI
„	<i>vexans</i>	MEIGEN
<i>Culex</i>	<i>pipiens</i>	LINNÉ.

## B. Das Nette-Gebiet bei Kaldenkirchen

Allgemeines. Das Nette-Gebiet zeichnet sich gegenüber  
der Landschaft um den Hülserberg durch eine großzügigere Auf-  
gliederung der verschiedenen Geländeformen aus. Vor allem nehmen  
die Großgewässer, die z. T. durch den Bach „Nette“ durchflossen  
werden, verhältnismäßig mehr Raum ein als die Niepkuhlen bei  
Krefeld. Der Waldbestand gruppiert sich vornehmlich um die  
Hinsbecker Seen. Zwischen Wald und Wasser drängen sich überall

sumpfige Bruch- und Schilfgürtel in oftmals sehr breiter, schwer begehbarer Ausbildung.

Da der Grundwasserspiegel sich auch im Nette-Gebiet sehr gesenkt hat, werden die Wiesengräben der mehr freien Landschaft nur noch selten vom Wasser überflutet. Überschwemmte Weiden sieht man selbst nach der Schneeschmelze nur vereinzelt. Allein der Eigenschaft des Waldes, die Feuchtigkeit zu halten, ist es zu verdanken, daß sich in seinen Tümpeln, Gräben und aus dem Zweiten Weltkrieg stammenden Bodenlöchern das Wasser einige Zeit lang hält. Im dichten Nadelwald bleiben die Kleingewässer noch etwas länger als im Laubwald gefüllt. In der seenahen Schilfwaldzone greifen der Wasserschwind und die Trockenheit immer mehr um sich. Noch vor 10 bis 15 Jahren standen die dem Land äußersten Schilfhalme im Sommer in fußknöchelhohem Wasser; heute kann man zu der Zeit stellenweise einige Meter in den bodentrockenen Schilfbestand vordringen. Ebenfalls der niedrige Wasserstand kurzer Bachläufe – soweit sie überhaupt noch Wasser führen – ist in den ehemals im Sommer mindestens halbgefüllten Betten noch mehr gesunken und dokumentiert nachhaltig die Wassernot der Landschaft. Die großen Wasserreservoirs, wie wir sie im De Witt-See, im Hinsbecker- und Glabbacher-Bruch, im Poelvenn- und Schrolik-See vor uns haben, werden den Wasseransprüchen ihrer Umgebung schwerlich auf die Dauer nachkommen können, zumal sie dabei sind zu verlanden. In der Weiterverfolgung solcher Gegebenheiten läßt sich eine Populationsverringerung vieler Organismen des Wassers und damit auch der Culiciden durchaus annehmen.

Die Fangstellen – eine Auswahl von 10 Fundplätzen – betreffen sowohl Larven-Imagines-Vorkommen wie auch Orte, an denen nur Larven bzw. nur Imagines gefangen wurden. Hierzu zählen vorwiegend feuchte Bezirke und in zwei Fällen Ränder von Wiesenflächen, die jedoch mindestens von einigen Erlenbüschen (*Alnus*) bestanden waren. Alle Wasseranalysen der Larvenfundstellen im Nette-Gebiet wurden nur 1956 ausgeführt.

Die Fundstellen der L a r v e n. Zuvor seien die 8 Sammelplätze der Larven ihrem Habitus nach unterteilt, was gleichzeitig einer Artenverteilung der Culiciden im Gebiet gleichkommen könnte. Vier verschiedene Gruppen sind voneinander zu trennen: 1) kulturverbundene Wasserstellen, 2) Wiesengräben und -tümpel, 3) Kleingewässer im Nadelwald und 4) Schilfzonen der Seen.

1) Zur ersten Gruppe gehört eine Reihe von flachen G r u b e n, die sich an einem Schuttabladeplatz nahe der Badeanstalt des De Witt-Sees gebildet hatten. Bei jedem Besuch waren die Vertiefungen mit neuen Abfallstoffen aller Art, wie Gemüse, Schrott, Papier u. ä. angefüllt, was an manchen Stellen den Tod der Mückenlarven zur



Folge hatte (IV. Stadien). Eine bedeutende Wasserblüte und damit verbundene Gasentwicklung wiesen die sehr verschmutzten Tümpel im März auf. Bezirke, die weniger die Wasserblüteerscheinung zeigten, hatten einen bräunlich schimmernden Farbton. Das Wasser roch nicht überall gleich; nur in der Nähe der Schmutzansammlung ließ sich ein starker Fäulnisgeruch wahrnehmen. Am 8. IV. 1956 ergab die Wasseranalyse: pH 6,3;  $\text{NH}_4^+$  stark;  $\text{H}_2\text{S}$  und organische Stoffe mittel.

An Organismen wurden chlorophyllhaltige Flagellaten beobachtet, welche die erwähnte Wasserblüte verursachten (*Euglena*, *Phacus*, *Chlamydomonas* u. a.), daneben Wucherungen von grünen Fadenalgen. Von der Tierwelt, von der besonders die Feinde der Mückenlarven interessierten, fiel eine große Menge *Dytiscus*-Larven auf; verschiedene von letzteren waren dabei, Culiciden auszusaugen. Cladoceren und Cyclopiden traten stellenweise in Schwärmen auf. Während beider Frühjahre ließen sich unter den Stechmückenlarven nur zwei *Aedes*-Arten ausfindig machen: *Aedes cantans* MEIGEN und *Ae. quartus* MARTINI.

2) Als Beispiel für die zweite Gewässergruppe soll ein stehender Graben genannt sein, die Grenze zwischen einer Weide und einem Weg. Die Weide lag etwa 800 m in südöstlicher Richtung von der Leuther Mühle entfernt. Bei einer Tiefe von knapp 50 cm erstreckte sich der 1 m breite zusammenhängende, wassergefüllte Grabenteil ca. 60 m weit. Alle Ergebnisse stammen nur von drei Besuchen im Frühjahr 1956.

Bei der ersten Exkursion am 23. III. zeigte das Wasser eine sehr große Reinheit, wie sie gerade in dieser Jahreszeit hierzulande für die meisten Wiesengräben typisch ist. Der pH-Wert betrug 6,5; das Wasser war ammoniak-, farb- und geruchlos.

An pflanzlichen Organismen wurden trotz der frühen Jahreszeit größere Mengen Fadenalgen und vereinzelt Lemnaceen beobachtet, die sich im Laufe des Jahres zu einer geschlossenen Decke verdichteten. Von der Fauna fiel vor allem eine Unzahl der Tellerschnecke *Tropidiscus planorbis* L. auf. Dazu gesellten sich Cyclopiden, Hydracarinen, verschiedene Wasser-Coleopteren, *Asellus aquaticus* L., *Dixa*- und *Chaoborus*-Larven und größere Mengen von Tendipediden. Bei einer solchen Biozönose konnte hier in dieser Jahreszeit eine ganz bestimmte Artenzusammensetzung der Culiciden erwartet werden. Bei Wassertemperaturen um 14 Uhr zwischen 6° und 7° C (Luft 16° C) wurden *Anopheles bifurcatus* MEIGEN im III. und wenige im II. Stadium, *Theobaldia morsitans* THEOBALD im IV. und *Aedes*-Larven im II. Stadium gefangen.

Beim zweiten Besuch, Mitte April, fanden sich Culiciden-Larven des II. bis IV. Stadiums; sie ließen sich alle des *Aedes cantans* MEI-

GEN und *Ae. quartus* MARTINI determinieren. Nirgendwo gab es viele Tiere. Auch ließen sich jetzt bei keinem Fang Anophelen erbeuten. Die anderen Lebewesen hatten ebenso ihre Entwicklung fortgesetzt. So konnten u. a. die Puppenstadien von *Dixa* und *Chaoborus* gefangen werden.

Gleich den Lebewesen zeigte das Wasser eine Weiterentwicklung. Neben Spuren von Ammoniak hatte dieses jetzt ein leicht grau getöntes Aussehen. Der pH-Wert war auf 7 angestiegen. Trotz Sonnenbestrahlung konnte an verschiedenen Meßstellen des Grabens eine Maximaltemperatur von nur 8,5° C gemessen werden. Die Lufttemperaturen schwankten zwischen 10° und 12° C. Immerhin war die Wärme im Graben zu der Zeit höher als z. B. im Tümpel (A), wo zur selben Zeit die Larvenentwicklung der gleichen Arten im II. Stadium erst begonnen hatte. Bis Ende Mai verringerte sich der Wasserstand auf weniger als 10 cm, und es konnten Larven und Puppen weder beobachtet noch gefangen werden.

Zu der Gruppe der *Wiesengewässer* zählt ebenso ein frühjahrs überschwemmtes Stück Viehweide, nahe am Strandbad Kriekenbeck (Hinsbecker Bruch). Die zusammenhängende Wasserfläche war Mitte Mai 1956 etwa 40 qm groß, aber benachbart von kleineren Lachen, die früher im Jahr miteinander verbunden waren. Die niedrige Wasserführung (20 cm) verursachte bei Sonneneinstrahlung ein verhältnismäßig hohes Ansteigen der Temperatur. Es kam aber nicht zu besonderen Extremen, da über 2/3 des Tümpels von Weidenbüschen beschattet wurde. Wie hoch die Werte lagen, veranschaulicht in etwa der Vergleich mit den thermischen Verhältnissen des soeben besprochenen Grabens. Um 15 Uhr, also eine Stunde später als bei dem letzteren, war die Temperatur durchschnittlich um mindestens 5° C höher als dort. Diese Tatsache äußerte sich eindrucksvoll in der Larvengröße. Im Graben waren II. Stadien und hier dunkle, d. h. keine jungen, III. Stadien zu beobachten. Zusätzlich fanden sich zwei andere Larvenformen, die im Graben nicht vorkamen und die auf die Wasserbeschaffenheit Rückschlüsse zulassen: *Aedes punctor* KIRBY und *Ae. nemorosus* MEIGEN sind schon von früheren Untersuchungen her als azidophile Arten bekannt geworden.

Das Wasser hatte am 23. III. 1956 ein pH von 5,5, welches bis Mitte April auf 6 anstieg. Tieferere Werte mit Ausnahme der im folgenden untersuchten Nadelwald-Kleingewässer konnten nirgendwo im Nette-Gebiet an den Larvenfundstellen gemessen werden.

Am auffälligsten von allen Lebewesen, ausschließlich der Culiciden, waren große Mengen eigenartig rot gefärbter Cyclopiden, wie sie z. B. im Tümpel (A) nur nach der Schneeschmelze vorkamen.

Abschließend seien die hier insgesamt gefundenen Stechmückenlarven aufgezählt: *Theobaldia morsitans* THEOBALD, *Aedes cantans* MEIGEN, *Ae. nemorosus* MEIGEN, *Ae. punctor* KIRBY und *Ae. quartus* MARTINI.

3) Fast gänzlich anders geartete Larvenbiotope waren in einem Nadelwaldrevier, ungefähr 100 m in südöstlicher Richtung vom Glabbacher Bruch entfernt. Die Wasserbeschaffenheit ähnelte in vielem der des „Schwarzen Wassers“ bei Wesel, wie auch die Artvorkommen bestätigten. Vornehmlich drei äußerlich verschiedene Wasserstellen gelangten zur Untersuchung.

Der größte Biotop war ein aus dem Zweiten Weltkrieg stammendes *Schanzloch*, am Rande eines Kiefernwaldes (*Pinus*). In seiner Gestalt wich es von allen natürlichen Gewässern ab, nicht aber in seiner Hydrographie. Die vollkommen senkrechten Uferwände des 2 m mal 3 m messenden, rechteckigen Tümpels sind bis zum Boden ca. 2 m tief. Während der Untersuchungszeit war die Wasserführung erstaunlich konstant, d. h. es konnten Schwankungen von nur 30 cm beobachtet werden. Der umgebende Nadelwald wirkte sich nicht nur als Schutz gegen Verdunstung aus, sondern machte sich – wie sonst nirgendwo – noch stärker in thermischer Hinsicht bemerkbar. Sonnenschein traf den Tümpel nur in ganz eng begrenzten Flecken. Die Wassertemperaturen lagen stets um die Hälfte niedriger als die der Luft. Z. B. wurden im Juni 1955 um 12 Uhr bei 20,5° C Luftwärme nur 10° C im Wasser gemessen. Im Frühjahr waren die Unterschiede noch erheblicher: März 1956, 15 Uhr, Luft 16° und Wasser 5° C; April 1956, 17 Uhr, Luft 11° und Wasser 4° C.

Auch im wasserchemischen Sinne könnte man bei dem Kleingewässer von einer „Stagnation“ sprechen. Der pH-Wert lag bei allen Untersuchungen von März bis Juni 1956 bei 4,1 bis 4,3. Das Wasser war stets kristallklar, ohne Geruch und Sauerstoffzehrung. Lediglich eine Spur von Ammoniak ließ sich nachweisen.

Die im Bodenprofil versenkte Lage des Wasserspiegels, meist etwa 30 cm und mehr unter der Uferkante, in Verbindung mit dem schützenden Wald, verhinderte die Wirkung selbst einer starken Luftbewegung auf das Wasser; die Oberfläche war fast immer spiegelglatt. Daraufhin ist der Sauerstoffgehalt nicht ohne weiteres erklärlich, da weder eine Anreicherung durch Oberflächenbewegung noch Assimilation durch grüne Pflanzen zu beobachten war.

Bei der makroskopischen Betrachtung der tierischen Biozönose traten besonders Wasser-Coleopteren, Larven von *Chaoborus crystallinus* De GEER und *Mochlonyx culiciformis* De GEER hervor. Letztere waren bei jedem Besuch in großer Zahl vorhanden. Ihre gattungstypische Ernährungsweise läßt darauf schließen, daß auch Zooplankton, wozu u. U. kleine Culiciden-Larven rechnen, in dem



Schanzloch sein mußte. Mikroskopische Prüfungen wurden nicht vorgenommen, doch ist keinesfalls zu vermuten, daß sich *Mochlonyx* mangels geeigneter Nahrung nur schlecht entwickelt hätte, denn im Frühjahr (März) fanden sich erwachsene Larven.

Dem Habitat entsprechend kamen die Larven der Culiciden von *Theobaldia morsitans* THEOBALD, *Aedes nemorosus* MEIGEN und *Ae. punctor* KIRBY vor. Hervorzuheben ist das Fehlen der Aedinen *cantans* und *quartus*, die sonst an fast allen Stellen, an denen überhaupt Larven lebten, anzutreffen waren.

Etwa 30 m neben dem Schanzloch wurde im Frühjahr 1956 eine kleine W a s s e r p f ü t z e mit den Ausmaßen 1 m mal 2 m und 15 cm Tiefe entdeckt. Die Wasserführung dauerte vom Spätherbst 1955 bis zum Mai des nächsten Jahres. Der Temperatur nach und damit die Entwicklung der Larven betreffend bot sich hier ein ganz anderes Bild als beim vorigen Gewässer. Die Stelle lag derartig frei, daß die Sonne jederzeit voll einwirken konnte. Heide (*Calluna vulgaris*), hohe Gräser und entfernt einige Laubbäume bildeten die Umgebung der Wasseransammlung. Somit erreichten die Temperaturen des Wassers fast die der Luft. Im März lagen die Werte um 15 Uhr bei 14° C Luft und 14° C Wasser; im April um 17 Uhr bei 11° C Luft und 10,5° C Wasser. Beide Angaben wurden in vollem Sonnenschein festgestellt, die Luftwerte jedoch wie stets im Körperschatten.

In der Pfütze war die Wasserstoffionenkonzentration im März noch höher als im Schanzloch: pH 4. Bis zum nächsten Besuch, Mitte April, konnte ein Anstieg auf pH 4,5 festgestellt werden. Ammoniak war so gut wie nicht vorhanden. Außer Kiefernadeln bedeckten auch Laubblätter den Bodengrund, unter denen sich die Larven bei Beunruhigung versteckten.

Die Determination der Larven aus der Pfütze ergab nur eine einzige Art: *Aedes nemorosus* MEIGEN. An keinem anderen Platz kamen derartig viele Individuen dieser Form in Monopopulation vor wie dort.

Zwischen Schanzloch und soeben behandelter Heidepfütze verlief ein Weg, der zu beiden Seiten im Herbst, Frühjahr und Vorsommer von zwei ganz leicht fließenden R i n n s a l e n begleitet wurde; sie mündeten später ins Glabbacher Bruch. Obwohl die Bäche ebenso ungeschützt der Sonneneinstrahlung ausgesetzt waren wie der zuletzt genannte Fundort, erwärmten sie sich nie so stark. Die Temperaturwerte lagen zwischen denen des Tümpels im Kiefernwald und denen der offenen Wasserstelle. Bevor das Wasser an die untersuchten Bezirke gelangte, floß es durch sehr schattigen Nadelwald. Nur einer der Gräben enthielt Larven an kleinen stillen Buchten. Sowohl im März wie auch im April konnte man lediglich Tiere im II. Stadium beobachten, ca 9 Exemplare auf 1 qdm. Neben den kühlen Tempera-

turen wird das Fehlen der Plankton-Nahrung, was z. T. durch die Strömung des Wassers bedingt war, der Grund für das schlechte Wachstum gewesen sein. Die Wasserbeschaffenheit in chemischer Hinsicht war die gleiche wie die des Schanzloches. Als für alle Gräben dieses kleinen Bezirkes typisch ist eine kräftige Eisenoockerablagerung (Eisen (III)-oxydhydrat) hervorzuheben.

Mitte Juni waren die Larven soweit erwachsen, daß sie als *Aedes punctor* KIRBY bestimmt werden konnten.

4) Bei Untersuchungen der Schilfgürtelzonen größerer Gewässer brachten nur zwei Stellen Erfolg; dieser war jedoch so gering, daß die Ergebnisse – auch schon wegen der Biotopgleichartigkeit – zusammen behandelt werden können.

Es war einmal das Ufer des Ferkens Bruches an der Lüthen Mühle, zum anderen ein nahezu verlandetes Bruch des Glabbacher Bruches bei der Floots Mühle. Äußerlich gesehen waren die Gegebenheiten beider Fundplätze denen der schon beschriebenen Waldwinkel-Niepkuhle am Hülserberg ähnlich. Sehr charakteristisch gaben sich *Phragmites*-Bestände, die – vor allem bei der Floots Mühle – im dichten Innern eine ruhige Wasseroberfläche bewirkten.

Nach vielen erfolglosen Fängen erhielt man an der Floots Mühle wenige Larven im III. und IV. Stadium von *Aedes quartus* MARTINI Anfang April 1956. Außer diesem Ergebnis, das in der Hauptentwicklungszeit zustande kam, verlief die Suche in anderen Zeiten vollkommen negativ. An der Lüthen Mühle wurde im November 1955 eine einzige Larve von *Theobaldia annulata* SCHRANK im IV. Stadium gefangen, nahe dem schwach strömenden Ausfluß des Ferkens Bruches.

Die Fundstellen der Imagines. Von den vier eng begrenzten Orten, an denen Imaginalfänge unternommen wurden, waren drei w. o. schon beschriebene Larvenbrutstellen. An dem Wiesengraben nahe der Leuther Mühle konnten bei Fangversuchen im Juni 1956 nur einige wenige Imagines erbeutet werden. Wegen des fast buschlosen Geländes zogen sich die in dem Gewässer geschlüpften Insekten in die knapp 100 m entfernten Gebüsch- und Waldstreifen zurück. Auf der Wiese wurde Verf. von keiner Mücke angefliegen, obwohl sich Culiciden dort aufhielten. Die Beobachtung von Anzahl und Verhalten der Mücken kann im Vergleich mit anderen Berichten als normal angesehen werden. Die Mücken wurden etwa um 18 Uhr gefangen, zu einer Zeit, in der Verf. kurz vorher an anderen Stellen des Nette-Gebietes noch starker Belästigung ausgesetzt war; vorhandene Weibchen hätten sich also auch hier sicherlich bemerkbar gemacht.

Die Bestimmung der Männchen ergab *Aedes quartus* MARTINI und zwei Exemplare von *Aedes punctor* KIRBY.

Die zweite Stelle umfaßt das Schanzloch, die Heide-

p f ü t z e und die R i n n s a l e. Somit war der Platz äußerlich gekennzeichnet durch Kiefernwald, freie Wege und mit niederen Pflanzen bestandene Flächen; dazwischen befanden sich mehr oder weniger gleichmäßige Übergänge. Sooft hier Imagines gefangen wurden, bot sich dasselbe Bild im Verhältnis der Anzahl mitten im Wald und außerhalb; auf dem Heidestück befanden sich immer die meisten Mücken. Es mag sein, daß sie die mehr freien Stellen vorzogen, weil im Wald selber ihre Blutlieferanten weniger vorkommen dürften. Anlaß zu dieser Schlußfolgerung war die Beobachtung, daß sich das Verhältnis der Geschlechter zueinander im Freien zu Gunsten der weiblichen, im Wald zu Gunsten der männlichen herausstellte. Die Artenzusammensetzung war in etwa überall die gleiche. Es ließen sich Männchen und Weibchen von *Aedes punctor* KIRBY und *Ae. nemorosus* MEIGEN bestimmen. Letztere waren erst im Jahre 1956 zu ermitteln. Im Jahr davor konnte diese Art an diesem Fundplatz nicht festgestellt werden, wohl als Folge des geringen Larvenvorkommens. Es gelang zur gleichen Zeit, in der es 1956 in der Heidepfütze von *nemorosus*-Larven wimmelte, im Jahre 1955 nur 12 Exemplare von dieser Form zu erbeuten.

Sowohl in den E r l e n b r ü c h e n als auch im Schilfwald bei der Floots Mühle konnten die einzigen Vertreter der Art *Aedes cinereus* MEIGEN im Nette-Gebiet gefangen werden. Seine Larven wurden hier nicht beobachtet. Doch ist anzunehmen, daß er in den kleinen abgelegenen und von Erlen (*Alnus*) umstandenen Wasserstellen, weniger im großzügigeren Verlandungsteil des eigentlichen Glabbacher Bruches brütete. Außerdem fanden sich *Aedes punctor* KIRBY und *Ae. quartus* MARTINI. In den reinen Schilfbeständen ließen sich nur wenige Mücken erbeuten, während in den Randbezirken – vor allem, wenn einige größere Gebüschstreifen in der Nähe standen – das Ergebnis reichhaltiger war.

Ein bemerkenswerter Imagines-Aufenthalt, der schon durch MARTINI, HECHT und WEYER in verschiedenen Arbeiten Erwähnung gefunden hat, waren die St ä l l e der Leuther Mühle bei Leuth (zwischen Kaldenkirchen und Hinsbeck). Wenn MARTINI im Mai 1929 dort mit gutem Erfolg sammelte, HECHT im Herbst 1929 und 1930 jedoch mit geringem (HECHT 1929, S. 643), so verhielten sich eigene Beobachtungen eher umgekehrt: daß im Frühjahr fast keine und im Herbst die meisten Mücken gefangen wurden. Besuche der Mühle während der Wintermonate brachten überhaupt kein positives Ergebnis.

Anfang Juli 1955 ergab die Untersuchung nur vier *Anopheles bifurcatus* MEIGEN, die an den Holzwänden saßen. Der größte Fang gelang an einem Septemberabend des gleichen Jahres um 19 Uhr im Rinderstall der Mühle. Innen betrug die Temperatur 15° C, die der



Außenluft ca. 10° C. Der über den umliegenden Wiesen aufsteigende Nebel verursachte ein schnelles Absinken der Temperatur im Freien, so daß der Stall als Wärmeausstrahler die Mücken anzog. In ihm befanden sich tagsüber keine Rinder, wohl aber fünf Schweine, die durch eine durchbrochene Wand vom übrigen Teil des Stalles abgetrennt waren. Der typische Viehstallgeruch konnte nicht als besonders penetrant empfunden werden. Von den an den Wänden sitzenden Mücken hatten zwei ein mit ziemlich frischem Blut gefülltes Abdomen – ein *bifurcatus* und eine *annulata*. Insgesamt ließen sich Vertreter von vier Gattungen erbeuten, lediglich Weibchen: *Anopheles bifurcatus* MEIGEN, *Theobaldia annulata* SCHRANK, *Mansonia richardii* FICALBI und *Culex pipiens* L. Außer *annulata* flogen durch die sehr große offen stehende Stalltür noch ziemlich viele Mücken der anderen Arten bis zum Dunkelwerden ein. Mitte Juni 1956 wies der Rinderstall keine Culiciden auf; die Wände waren frisch geweißt und die sehr zahlreichen Spinnweben, in denen im Vorjahr viele Mücken hingen, entfernt. Im Pferdestall der Mühle, in dem sich auch einige Kälber befanden, ruhte in einer ganz dunklen Ecke an der Holzwand ein Weibchen von *Anopheles bifurcatus* MEIGEN. Etwas daneben saß an einem helleren Platz eines Holzbalkens eigenartigerweise ein *Aedes punctor* KIRBY, ebenfalls ein Weibchen.

Erstaunlich ist das Vorkommen von Vertretern aller fünf im gesamten Untersuchungsgebiet festgestellten Gattungen der Culiciden in den Ställen der Leuther Mühle. Weiterhin ist hervorzuheben, daß *Anopheles „maculipennis“* MEIGEN dort nicht gesehen wurde. In einem benachbarten Gehöft mit Rinder-, Schweine- und Pferdestall wurde innerhalb von vier Besuchen in der Hauptflugzeit beider Jahre keine einzige Mücke beobachtet.

Wie die Fangerfolge – Larven und Imagines betreffend – zeigen, finden wir im Nette-Gebiet eine überlegen gleichmäßigere Artenverteilung vor als im Hülserbruch-Gebiet; dennoch konnte stellenweise eine relativ starke Entwicklung einer Monopopulation registriert werden, d. h., daß eine Form zeitlich und örtlich dominierend in ihrem Lebensraum vorhanden ist. Der Zusammensetzung nach kamen in diesem Gebiet andere Arten vor als im Hülserbruch. Es sei aber ausdrücklich darauf aufmerksam gemacht, daß darüber hinaus diese oder jene Art bei weiterer Beobachtung noch gefunden werden kann.

Im Nette-Gebiet wurden insgesamt 10 Culiciden-Arten festgestellt:

<i>Anopheles</i>	<i>bifurcatus</i>	MEIGEN
<i>Theobaldia</i>	<i>annulata</i>	SCHRANK
„	<i>morsitans</i>	THEOBALD
<i>Mansonia</i>	<i>richardii</i>	FICALBI
<i>Aedes</i>	<i>cantans</i>	MEIGEN
„	<i>cinereus</i>	MEIGEN

<i>Aedes</i>	<i>nemorosus</i>	MEIGEN
„	<i>punctor</i>	KIRBY
„	<i>quartus</i>	MARTINI
<i>Culex</i>	<i>pipiens</i>	LINNÉ.

## V. DIE EINZELNEN CULICIDEN-ARTEN UND IHRE ÖKOLOGIE

**Vor b e m e r k u n g e n.** Die Reihenfolge der Aufzählung der Arten geschieht in Anlehnung an MARTINI's Culicidae im LINDNER (1931). Ebenso ist die dort gebrauchte Systematik und Namensgebung benutzt. Es ist bewußt auf die Angabe der Unzahl von Synonymen mancher Arten wie auch die Herausstellung von Subfamilien, Untergattungen usw., welche für die deutschen Culiciden m. E. gut entbehrlich sind und nur Unübersichtlichkeit hervorrufen, verzichtet worden. Ggf. wird das Standardwerk MARTINI's selten eine Antwort auf diese Fragen schuldig bleiben.

Zu Beginn seien einige grundsätzliche Erwägungen zum Problemkreis ökologischer Betrachtungen dieser Tierfamilie erörtert. Wie bereits vorher vereinzelt an Beispielen gezeigt werden konnte, bringt die Lebensweise der *Imagines* Schwierigkeiten für eine Beurteilung in mancherlei Beziehung mit sich. Unter dieser Voraussetzung sind viele Veröffentlichungen wie auch diese Aufzeichnungen zu verstehen. Allein die Betrachtung der Klimaverhältnisse, die von allergrößtem Einfluß sind, dürfte die Veränderlichkeit der ökologischen Faktoren und damit die des Verhaltens der Mücken selbst beweisen.

In beiden Untersuchungsjahren traten die ersten Imagines (*Aedinen*) Anfang Mai auf. Obwohl die Kälteperioden beider Jahre in Länge und Strenge der Frostzeit verschieden waren (s. Lufttemperaturen in Abb. 9 u. 10), fing man in der 19. Woche 1955 und 1956 beim Tümpel (A) die ersten *Aedes*-Imagines. Die Erscheinung des als Protandrie bezeichneten Vorgangs bewirkte, daß in den ersten Flugtagen die Männchen zwischen 70 % und 90 %, der Tiere ausmachten. Deren Fang gibt m. E. objektivere Ergebnisse bezüglich des Aufenthaltes als der von weiblichen Culiciden. Letztere sammeln sich – soweit es sich um den Menschen anfliegende Arten handelt – beim Fangen an jeweils einer Stelle. Eine Nichtachtung dieser Tatsache liefert in jedem Fall Fehlergebnisse hinsichtlich der Populationsdichte. Zusätzlich muß geprüft werden, ob nicht noch andere Warmblüter in der Nähe von Einfluß sind. Anders liegt die Situation, wenn auch nicht viel günstiger, bei den Männchen. Deren Aufenthaltsorte können höchstens indirekt von Menschen bestimmt werden, nämlich zur Paarungszeit, wenn beide Geschlechter aufeinander, die

weiblichen Stechmücken zusätzlich noch auf Blutnahrung, angewiesen sind. Auf Grund dieser Tatsache wurde angestrebt, nach dem Schlüpfen im zeitigen Frühjahr möglichst viele männliche Tiere zu fangen. Auch ist dann die Determination nach dem noch wenig abgeflogenen Schuppenkleid sicherer. Beim Durchstreifen des Geländes flogen die Männchen in der oben angegebenen Zeit aus dem Brombeergestrüpp und Gras mit jedem Schritt in Mengen zu 20 bis 50 Stück auf. Der Flugweg von einem zum anderen Ort betrug bei einmaliger Störung höchstens 4 m, meist aber ca. 1 m. Von den weiblichen Mücken ließen sich nur die der wenig blutdürstigen Arten aufscheuchen; alle anderen näherten sich aufdringlich, sobald man in ihren Reizbereich gekommen war (Näheres über das Stechgebaren im Teil VI., S. 113 ff.). Lediglich bei sehr starkem Wind (um Stärke 6) blieben die Mücken in ihren Verstecken, jedenfalls hatte man dann keine Last, sich der Quälgeister zu erwehren.

Wegen ihres arteigenen Verhaltens lassen sich die „Hausmücken“ weit objektiver beurteilen als die vorige Culiciden-Gruppe. Ihr geringer Blutdurst, wenigstens den Menschen und Säugetieren gegenüber, machte eine Beobachtungstätigkeit möglich, deren Einwirkung auf die Mücken nur gering war.

Ähnlich den „Hausmücken“ liegen die Zusammenhänge bei den „Viehmücken“, die hier ebenso den Menschen und seine Haustiere fast vollkommen mieden. Während sie in außerordentlich kleinen Populationen auftraten, beherrschten die „Hausmücken“ zur Spätsommer- und Herbstzeit in unübersehbaren Schwärmen die Landschaft.

Unter anderen Gesichtspunkten ist die Ökologie der Culiciden-Larven zu betrachten, der eine erhöhte Aufmerksamkeit geschenkt wurde. Es liegt bereits in der Natur der Sache, daß Lebensäußerungen der larvalen Entwicklungsphase in engeren Bereichen verlaufen als solche der imaginalen. Es sei hier deshalb nur der Hinweis auf diese Gegebenheit gebracht, da im folgenden deutlich wird, inwieweit die Möglichkeiten zur Schilderung der Imaginesbiologie geringer sind.

## A. *Anopheles* MEIGEN

Für Deutschland sind bisher vier Arten dieser Gattung – ausschließlich der neuen Formen von „*maculipennis*“ – nachgewiesen worden. *Anopheles algeriensis* THEOBALD wurde nördlich der Alpen zum ersten und gleichzeitig letzten Mal im August 1931 von MARTINI (1931b, S. 109) in einem Stall bei Haus Bey (zwischen Leuth und Hinsbeck) gesammelt und sogar weitergezüchtet. Als hauptsächlichen Grund für sein Vorkommen gibt der Autor das milde Winter-



klima im Nette-Gebiet an. Heute dürfte sich die Wetterlage jedoch in irgendeiner Weise verändert haben. Es ist sehr gut möglich, daß daher *algeriensis* heute dort gänzlich fehlt.

*Anopheles nigripes* STAEGER konnte leider ebenso im Untersuchungsgebiet nicht entdeckt werden. Eigene Ergebnisse erfahren allein Unterstützung in MARTINI's Aussage (1951, S. 22): Das Finden der Imago im Freien ist Zufall. So sehr auch dem Brutbiotop dieser Art besondere Beachtung geschenkt wurde, so konnte die Larve doch nirgendwo gefunden werden. In der Steiermark trat sie nur in Baumhöhlen des dichten Nadelwaldes auf (ANSCHAU & EXNER 1952, S. 108). Daß der Chemismus und die Temperatur des Brutgewässers die Hauptrolle für das unterschiedliche Vorkommen spielen sollen, leuchtet nicht ganz ein, denn ohne Zweifel werden die Untersuchungsergebnisse für beide Faktoren auch in weniger dichten Wäldern den an oben genannter Stelle (l. c.) aufgeschriebenen Werten sehr ähnlich sein können. Auch handelt es sich ja bei dieser Art nicht unbedingt um einen Kulturflüchter (WEYER 1951, S. 377 u. VOGEL 1940, S. 102). Am Niederrhein ist die Form - wenn sie später noch nachgewiesen werden sollte - jedenfalls sehr selten, vielleicht nicht zuletzt wegen der wenig ausgedehnten, lückenhaften und lichten Waldungen. Auf Grund der bekannten Stechfreudigkeit von *Anopheles nigripes* hätte sich die Mücke bei ihrem Vorhandensein bemerkbar machen müssen. Darüber hinaus scheint die Veränderung der Großwetterlage sowie der „kulturpolitischen“ Situation von ganz entscheidender Bedeutung allgemein für das quantitative Abnehmen aller und das Aussterben seltener Formen zu sein.

Die anderen Arten: *Anopheles bifurcatus* MEIGEN und *An. „maculipennis“* MEIGEN waren die einzigen Vertreter der Gattung im Beobachtungsraum. Ersterer kam überall sehr selten vor, während letzterer - ausschließlich am Hülserberg - als Larve relativ häufig war.

### 1. Artenkreis *Anopheles maculipennis* MEIGEN

Imago. Auf Grund der Erfahrungen vieler Autoren sollten überwinternde Tiere in den verschiedenen Gebäuden der Bauerngehöfte wie Bodenräume, Stallungen, Aborte, aber auch in nicht allzu feuchten Kellerräumen, Schuppen u. ä. vorkommen. Die überwiegende Zahl der Höfe war den Verhältnissen unseres Zeitalters entsprechend sehr hygienisch eingerichtet. Die großen und kleinen Viehställe, deren Holzdecken - ein beliebter Aufenthaltsort der Anophelen - fast alle durch Betondecken ersetzt worden sind, wurden überall zweijährlich gereinigt und mit gelöschtem Kalk geweißt. Helligkeit, Sauberkeit - der penetrante typische Stallgeruch fehlte in manchen Stallungen fast ganz - und ebene Wandflächen

sind in der Regel anophelen-abstoßend. SORG (1948, S. 23ff.) fing aber in der Tübinger Umgebung sogar in sauberen, hellen und ge-weißten Ställen Imagines, wenn er auch größere Erfolge in den dunklen Ecken meist kleiner Stallungen hatte. Vielleicht hat sich *Anopheles „maculipennis“* hier auf ganz andere Nahrungsquellen und damit teilweise auch Aufenthaltsorte umgestellt. WEYER (1948, S. 54) folgert nämlich, da die Art *messeae* im Versuch relativ leicht am Huhn saugt, daß vielleicht im Freien gerne Wasservögel zum Stechen angefliegen werden. Daran mangelt es bei den Niepkuhlen am Hülserberg nirgendwo. Hier allerdings die Mücken zu finden, dürfte sehr schwer sein. Nur zweimal konnte *Anopheles* in einem kleinen Er-lenbruchstück unmittelbar an der Waldwinkelkuhle beobachtet werden. Vorerst, d. h. ehe nicht genauestens die Lebensverhältnisse der Imagines im hiesigen Bezirk untersucht worden sind, ist vor-züglich WEYER's Ansicht anzunehmen. Weshalb aber konnten in den Herbst- und Wintermonaten an geeigneten Plätzen keine größeren Funde gemacht werden? Außer zwei Weibchen im Flur der Limno-logischen Station Ende Oktober 1955 blieben alle Nachforschungen zu den Zeiten erfolglos. Der Rückgang der *Anopheles*-Dichte hat bis in die jüngste Zeit noch keine befriedigende Erklärung gefunden (WEYER 1956, S. 227). Im linken Niederrhein-Gebiet war der Grund-wasserschwund überall zu bemerken. Das Zusammenwirken von Rückgang der Brutgelegenheiten und die Verbesserung der hy-gienischen Stallverhältnisse – *Anopheles „maculipennis“* ist heute durchschnittlich mehr zoophil als androphil – mögen diese Stech-mücken in empfindlicher Weise dezimiert haben.

Bei hier angestellten Untersuchungen fand sich das erste „*macu-lipennis*“-Weibchen am 5. IX. 1955 – obwohl bereits im Oktober des Vorjahres und darauf in regelmäßigen Abständen nach der Form gesucht wurde – im Eingang des Privatluftschutzbunkers eines Bauernhofes, ca. 1 km von der Waldwinkelkuhle und 30 m von den nächsten Ställen entfernt. Während die Mücke in den Spinnweben der Decke des 2 m in die Erde getriebenen Einganges saß, hielten sich viele *Culex pipiens* – Männchen und Weibchen – in den unteren Spinnweben auf. Man könnte aus dieser Tatsache auf das oftmals untersuchte und bewiesene Feuchtigkeitsempfinden der beiden Ar-ten schließen: *Culex* zieht die windgeschützten bodennahen Luft-schichten, *Anopheles* die trockenere hohe Deckenlage vor. Letztere Art soll nach WEYER (1939, S. 83) auf Feuchtedifferenzen von 1 % reagieren. Am Abend des folgenden Tages fand sich in einem Haus im Hülserbruch auf der ersten Etage ein Weibchen von *Anopheles „maculipennis“* an der Zimmerdecke. Wie erzählt wurde, war die Mücke am Abend vorher durchs Fenster eingeflogen, ohne jedoch bisher jemand gestochen zu haben.

*Anopheles „maculipennis“* kam hier so gut wie gar nicht mit dem Menschen in Berührung, was nicht unbedingt heißt, daß zur Hauptsache Haustiere seine Stechobjekte sind. Nach Aussagen der Bauern und Knechte wurde sämtliches Vieh weder im Sommer noch im Winter – die Art *atroparvus* nimmt während der Semihibernation hin und wieder Blut auf – in auffallender Weise von „Schnaken“ belästigt. (Hierzulande werden die einfachen Fliegen, z. B. die Stubenfliege *Musca domestica* L. als „Mücken“ bezeichnet; aber auch diese „Mücken“ ebenso wie die überaus blutgierigen Bremsen (Tabanidae) sollen mit Ausnahme weniger Tage im Jahr keine wesentliche Unruhe beim Vieh verursachen.) Eine Belästigung durch Anophelen im Winter, wie sie z. B. in Mitteldeutschland, Holland und westlichen England auftrat (HECHT 1933), kam hier nicht vor. Verf. wurde nicht ein einziges Mal während der ganzen Untersuchungszeit von *Anopheles* angefliegen und noch viel weniger gestochen.

**Larve.** Das Vorkommen aller beobachteten *Anopheles*-Larven war gegenüber den Feststellungen FESSLER's (1949, S. 63) im Federsee-Gebiet hier am Niederrhein äußerst gering. Anfang Juli 1955 fanden sich in der Waldwinkelkuhle Larven aller Stadien und vereinzelt Puppen. Am Fundort 1 (s. Abb. 13) lagen die Tiere in den Lücken zwischen dichten *Lemna*-Beständen, ca. 40 m vom Ufer entfernt. Zweifellos war das Vorhandensein von *Lemna* den Larven nicht lästig; Atemmöglichkeiten gab es immer noch; im Gegenteil glättete eine fast geschlossene Wasserlinsendecke den Wellenschlag, welcher den Larven noch abträglicher war. Die Mehrzahl der Tiere hielt sich in der üppigsten *Lemna*-Vegetation auf, während im beinahe freien Wasser diese Häufigkeit nachließ. Bis zu 20 erwachsene Larven waren in der Hauptentwicklungszeit (Mitte August) mit bloßem Auge vom Kahn aus im beiderseitigen Sichtkreis zu erkennen. Es wurden bei einmaligem Schlag mit einem 25 cm im Durchmesser großen Kescher bei schneller Bewegung über eine 2 m lange Strecke durchschnittlich 7 Tiere gefangen.

Die oft beschriebene **Scheu** der *Anopheles*-Larven kann durch eigene Beobachtungen nicht bestätigt werden. Trotz der Störung, die mit einem bis in die Nähe der Larven geruderten Kahn verursacht wurde, flohen diese nur unmittelbar vor dem Fahrzeug von der Wasseroberfläche abwärts, und manchmal ließen sie sich durch die Wasserverdrängung mit der *Lemna*-Schicht nur zur Seite schieben. Oft konnte eine „Tarnstellung“ beobachtet werden. Die Larven hingen dabei in S-förmiger Krümmung an der Wasseroberfläche, ohne daß der um 180° gedrehte Kopf – die typische Haltung der Tiere als Wasseroberflächenstrudler – mit der durch die Flabellen erzeugten Bewegung aussetzte.



Die Brutstellen der Anophelen am Niederrhein sind wohl weitgehend vergleichbar mit denen süddeutscher Gebiete, wenn auch die Populationsgröße dort produktiveren Gesetzmäßigkeiten unterliegt. Andere Lebensräume sollen dagegen in Schleswig-Holstein sein. Dort werden hauptsächlich die Wiesengräben und Viehtränken bevölkert (WEYER 1951, S. 389). Diese Wasserstellen sind hierzulande in der Hauptentwicklungszeit der Mücken entweder trocken (Gräben) oder, wenn sie Wasser führen (Tränken), äußerst dünn besiedelt. So zeigten sich am 20. IX. 1955 auf einer Pferdeweide, ca. 70 m vom nächsten Gehöft entfernt, in einer Tränke vier Larven von *Anopheles „maculipennis“* im II. Stadium. Während SCHNELL & KOCH (1938, S. 260) die Feststellung machten, Larven der Anophelen kommen immer in algenreichen Viehtränken vor, wies dieser Fundort im Gegensatz dazu keine bedeutenden Algenmengen auf. Das Wasser zeigte an der Oberfläche eine leichte Verschmutzung in Form kleiner Ölfleckchen. Schon SCHNEIDER (1913, S. 22) hatte die Auffassung widerlegt, daß *Anopheles „maculipennis“* nur in reinem, klarem Wasser zu finden sei.

Bei näherer Betrachtung zeigten viele Larven wie auch manche Puppen von der Waldwinkelkuhle eine eigenartige Färbung und Zeichnung, die Verf. bisher in der bekannten Literatur noch nicht erwähnt fand (Z auf Abb. 16 u. 17). Während der Hauptteil des Körpers grün-braun-grau war, leuchtete der in den Abbildungen dick umrandete Rückenstreifen weißlich- hellblau. Um die Farbe allgemein verständlich zu machen, wurde sie mit der bekannten FOREL-ULE-Skala verglichen, und es stellte sich eine annähernde Übereinstimmung mit der Farbnummer 2 heraus. Der Streifen reichte vielfach bis zum vorletzten Segment der Larven, endete manchmal aber auch bereits im 4. oder 5., desgl. bei den Puppen.

Im Sommer 1956 traten neben den Exemplaren mit der hellblauen Zeichnung vom Jahre 1955 wiederum anders gefärbte Larven auf. Deren Farbe war mit der Nummer 7 bis 8 (FOREL-ULE) vergleichbar. Bei mikroskopischer Betrachtung zeigte sich deutlich, daß keine unveränderten Algen, die mit der Nahrung eingestrudelt waren, die beinahe unnatürliche Grünfärbung erzeugten: in jenem Fall lagerten die farberzeugenden Stoffe strukturlos im Fettkörper; von einem äußeren Bewuchs grüner Algen war nichts zu sehen. Nach der Verpuppung dieser Larven blieb der Zustand unverändert; die später ausschlüpfende Imago war von denen aus eintönig gefärbten Larven bzw. Puppen geschlüpften nicht zu unterscheiden. Eine zweite Larve mit derartig intensiver unnatürlicher Grünfärbung wurde bis heute nirgendwo mehr gesehen.

Deutungsmöglichkeiten dieser Phänomene gibt es vielleicht in vieler Hinsicht. Einmal kann es sich um eine Modifikation handeln,

oder es sind Nahrungseinflüsse bzw. wasser-chemische Bedingungen hierfür verantwortlich zu machen. Der Prozentsatz auffällig gefärbter Larven zu normalen verhielt sich etwa wie 1 : 6. FESSLER (1949, S. 13) spricht von der Möglichkeit einer Photosynthese bei *Anopheles*, welche die Larve mit Hilfe des aufgenommenen Chlorophylls durchführt. Der Autor schließt dies aus dem besseren Gedeihen bei heller Beleuchtung. Leider findet sich in der Arbeit keine Schilderung darüber, wie die einzelne Larve im ganzen gefärbt war.

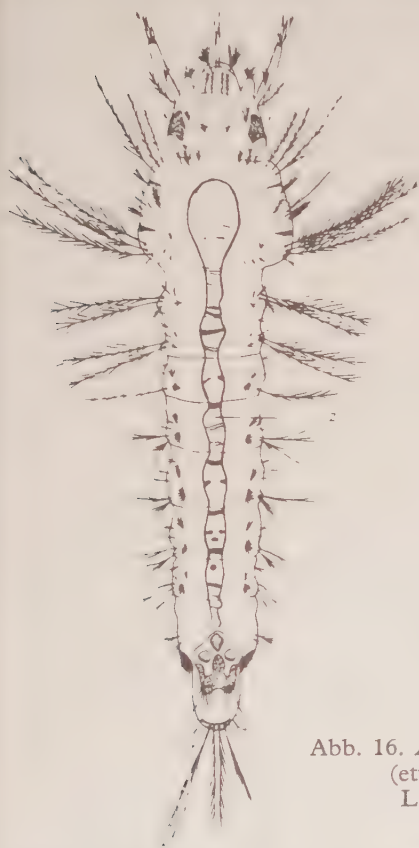


Abb. 16. *Anopheles „maculipennis“*  
(etwas schematisch).  
Larve IV (11 : 1).

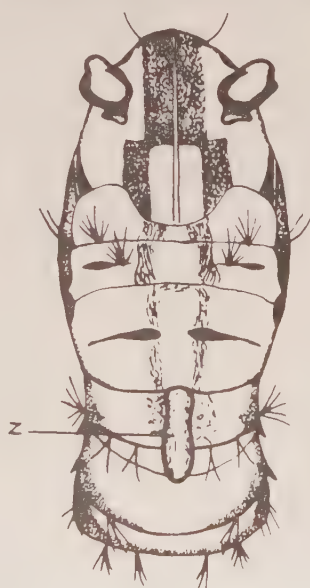


Abb. 17. *Anopheles „maculipennis“*  
(etwas schematisch). Puppe (13 : 1).

Nahrungs- bzw. Darmuntersuchungen hiesiger Larven ergaben überwiegend pflanzliche Neustonorganismen, bestehend aus Chloroflagellaten, wenigen Bakterien und einigen Formen unbegeißelter Chlorophyceen. Der Oberflächendetritus machte den Hauptbestandteil des Nahrungsbreies aus. Nie fanden sich Stücke fädiger Grünalgen. Bei den meisten Larven, die zur Untersuchung gelangten, verließ die Nahrung den Körper in Form eines hellgrünen Breies. Ein Darmpartikel, in der Regel von kugelig Gestalt, ver-

weilte 5 bis 10 Minuten – je nach der Stärke des Stoffwechsels – an einer Darmstelle und wurde nach dieser Zeit um drei Körpersegmente weiterbefördert. Demnach blieb die Nahrung insgesamt 20 bis 40 Minuten in der Larve.

SCHNEIDER (1913, S. 21) kam zu der Feststellung, daß *Anopheles „maculipennis“* mehrere Generationen ohne Periodizität erzeugt. Diese Meinung findet volle Bestätigung durch eigene Untersuchungsergebnisse. Während WEYER (1951, S. 390) im Jahre 1947 bereits für Hamburg 5 Generationen nachweisen konnte, wollen SORG (1948, S. 42) für Tübingen im Jahre 1947 nur 4 und FESSLER (1949, S. 69) im Jahre 1948 gar nur 2 beobachtet haben. *Anopheles bifurcatus* hätte im gleichen Jahr (1948) jedoch 3 Generationen erzeugt (l. c., S. 58). Bemerkenswert ist der Unterschied zwischen Norddeutschland (5) und Süddeutschland (2–4). Wenn auch die jährliche Schwankung des Klimas von Ort zu Ort keinen direkten Vergleich solcher Zahlen zuläßt, so wäre doch bei der Betrachtung der Großwetterlage beider Gebiete eher ein umgekehrtes Zahlenverhältnis zu erwarten gewesen.

Die einschlägige Literatur hat eine große Fülle von ökologischen Beobachtungsergebnissen über die *Anopheles*-Larven beigebracht. WARASI (1931, S. 337) stellte fest, daß Temperaturschwankungen zwischen 16,2° und 27,5° ohne Einfluß auf die Larvenentwicklung sind. Diese Beobachtung steht in gar keinem Verhältnis zu eigenen Untersuchungen. Ebenso kann Verf. WARASI (l. c.) nicht beipflichten, daß die Anophelen an stark belichteten Stellen fehlen sollen. An von *Anopheles*-Larven dicht bewohnten Plätzen der Waldwinkelkuhle konnte eine Erwärmung bis zu 29° C gemessen werden, die nur durch grelle Sonnenbestrahlung zustande kam. Lediglich Ergebnisse von EICHLER & SCHRÖDTER (1950, S. 295) stimmen mit eigenen überein, wenn sie von einer erhöhten Schnellwüchsigkeit bei wechselnden Freilandtemperaturen berichten.

Aus bekannten Gründen erfuhr der Chemismus der *Anopheles*-Brutgewässer eine ausführliche Untersuchung. Die verträgliche Menge der Wasserstoffionenkonzentration wird bei den einzelnen Autoren verschieden angegeben. WEYER (1934, S. 602ff.) stellt Ergebnisse einiger Forscher zusammen und gelangt zu der Feststellung, daß die Verträglichkeit für den pH-Wert in ziemlich weiten Grenzen verläuft. Ebenso liegen die Verhältnisse beim Chlorgehalt. Härteunterscheide von 0,75 bis 6,28 sind nach WARASI (1931, S. 342ff.) ohne Einfluß auf die Larven. Zur Zeit ihres Hauptvorkommens in der Waldwinkelkuhle, Anfang September 1955, wurde die Gesamthärte des Wassers mit 12,9° DH gemessen; KH 9,2° DH. Im Mai 1956, als die ersten *Anopheles*-Larven des Jahres erschienen, konnten höhere Werte festgestellt werden: GH 17,6° DH; KH 9,5° DH. Nie



wurden Larven an solchen Stellen gefangen, wo ein deutlich wahrzunehmender  $H_2S$ -Geruch auftrat; dort kamen nur Larven von *Theobaldia annulata* und *Culex pupiens* vor. (Näheres über chemische Untersuchungsergebnisse siehe S. 38 und 45.)

„Rassen“-Frage. Mangels genügend großer Mengen an Eiern, Larven und Imagines ist es leider nicht möglich, einen kleinen Teil zu diesem Fragenkomplex beizutragen. Bis heute lassen sich die neuen Arten (s. WEYER 1951, S. 398) nur mit Hilfe der Eier eindeutig bestimmen. Doch auch hier gibt es noch geringe abweichende Unterschiede bei ein und derselben Form. Es gelang nicht, mehr als drei Eier zu erhalten, welche nach der Beschreibung WEYER's (1948) als zur Form *messeae* gehörig bestimmt wurden. Die Eier fanden sich nach langwieriger Suche am Fundort 1 der Waldwinkelkuhle. WEYER (l. c., S. 58) gibt anhand einer übersichtlichen Tabelle auch für Larven, Weibchen, Männchen und Lebensgewohnheiten Bestimmungsmöglichkeiten für die drei Arten *messeae*, *atroparvus* und *typicus*. Hieraus konnte weitgehend für die Larven, vor allem aber auch für die Hypopygien der aus Zuchten erhaltenen Männchen die Art *messeae* als alleinige Form der Umgebung des Hülserberges ermittelt werden.

Wie verhalten sich nun die untersuchten Biotope, besonders die der Larven, zu den bisher veröffentlichten Forschungen? VOLLMER (1936, S. 258) bestimmte ehemals schon – inwieweit dies nach heutigen Gesichtspunkten möglich war, sei dahingestellt – für Kleve, Uedem, Kaiserswerth und Wuppertal die Arten *atroparvus* und *messeae*; bei Geldern kam nur *atroparvus* vor. Das Verhältnis beider Formen zueinander war unterschiedlich, im großen und ganzen aber überwog *messeae*. Es ist nicht ganz ausgeschlossen, daß auch *atroparvus* in der Waldwinkelkuhle vorkommt, denn WEYER (1934, S. 606) konnte bereits 1934 die bis dahin sehr verbreitete Meinung weitgehend mildern, daß *atroparvus* nur in Wässern mit erheblichem Chlorgehalt und *messeae* im reinen Süßwasser vorkomme. ECKSTEIN (1936, S. 382) trat jedoch noch sehr für die alte Auffassung ein und bemerkte außerdem, daß der Rückgang von *atroparvus* auf die Hebung kultureller Verhältnisse zurückzuführen sei. Eigenen Untersuchungen entsprechend dürfte das Fehlen der *Anopheles*-Imagines während des Winters in alten Ställen und Kellern auf das alleinige Vorkommen von *messeae* hindeuten, denn sonst wäre sicherlich hin und wieder ein Weibchen von *atroparvus* gefunden worden, weil die Art bekanntlich nur eine Semihibernatio durchmachen soll. Diese Annahme ist nicht für einen Fehlschluß zu halten, da ja überhaupt keine Mücke im Winter gesehen wurde; die Wahrscheinlichkeit ist deshalb gut möglich, weil die Überwinterungsplätze der Form *messeae* kühle Verstecke wie leere Schuppen, Dachböden und Speicher sind (WEY-

ER 1938, S. 456), also Orte, die häufig schwer zugänglich sind oder höchst ungern zum Durchsuchen geöffnet werden (s. auch l. c., S. 439). *atroparvus* liebt als Larve kleine offene vegetationsarme Teiche mit höheren Temperaturen (WEYER 1939, S. 82) und dürfte auch dieses Vorzuges wegen nicht typisch für die Waldwinkelkuhle sein. Den Klimaansprüchen gemäß wird *typicus* wahrscheinlich so gut wie gar nicht am Niederrhein mit seinem relativ feuchten und kalten Charakter auftreten, denn SORG (1948, S. 38) beobachtete für den Tübinger Bezirk ein viel häufigeres Auftreten der Art *typicus* in trockenen heißen Jahren gegenüber *messeae*.

Die Malaria. Seit 1880 bis gegen Ende des Zweiten Weltkrieges kannte man im Raum Krefeld keine endemische Malaria mehr. Die meisten Fälle vor dieser Zeit stammten aus dem Bruchgebiet zwischen Hüls und Hülserberg. Ab 1946 kam es nur zu rezidiven Krankheitserscheinungen von Malaria tertiana. Der letzte Patient wurde 1950 behandelt. Die Kranken waren entweder Flüchtlinge aus Ostdeutschland oder Kriegsrückkehrer; einer z. B. vom Kaukasus. Wegen der Wohnungsnot konnten die Leute in der ersten Zeit nur in Bunkern und Lagern untergebracht werden, was die Anfälligkeit gegen die Malaria gefördert haben mag. Soviel über diese Frage im engeren Untersuchungsgebiet<sup>1)</sup>; für andere benachbarte Bezirke trifft dies m. E. weitgehend auch zu. In den Jahren etwa ab 1900 bis 1928 wurden in der gesamten damaligen Rheinprovinz für die einzelnen Stadt- und Landkreise nur wenige Malariafälle bekannt (SCHUBERG 1928, S. 296, 297).

## 2. *Anopheles bifurcatus* MEIGEN

Im ago. Ebenso wie bei *Anopheles „maculipennis“* gelang es, von *bifurcatus* auch nur wenige Tiere zu beobachten und zwar nur in den Ställen der Leuther Mühle. Bereits S. 55 dieser Arbeit wurde der Aufenthaltsort in den Abendstunden des 20. IX. 1955 geschildert. Außer den drei beim Einfliegen in den Stall erbeuteten weiblichen Tieren ließen sich noch mehrere an den Wänden sitzende Imagines erkennen. Von KOMÁREK & BREINDL (1941, S. 502—505) u. a. Forschern ist durch viele Beobachtungen erwiesen worden, daß die Anophelen vom Mikroklima, vor allem von der Wärme der Ställe, also nur indirekt von der Nahrungsquelle angelockt werden. Mitte Juli 1956 fand sich im Pferdestall der Mühle – in dem gegenüberliegenden Rinderstall verlief die Suche zu der Zeit negativ – ein Weibchen der Art. NESTERWODSKAJA (1942, S. 542), welche die Biologie von *bifurcatus* im Kiewer Raum erforschte, fand ebenfalls in

<sup>1)</sup> Verf. erhielt die Informationen durch freundliche mündliche Mitteilung des Gesundheitsamtes in Krefeld.

Kuh- und Pferdeställen ihre Imago, sogar männliche Tiere, welche jedoch bisher hier überall vermißt wurden. Über den typischen Aufenthalt gehen die Meinungen der verschiedenen Autoren sehr auseinander.

**Larve.** *bifurcatus*-Larven gehörten zu den ersten Culiciden-Larven, die beobachtet wurden. Ein Stück im II. Stadium fand sich am 3. II. 1955 bei Wassertemperaturen um 3° C in der grabenartigen Verlängerung des Tümpels (A) am Hülserberg. Die Wasseroberfläche des Fundplatzes hatte stellenweise noch Eis von der letzten Kälteperiode (Mitte Januar). Boden- und Randzonen des 70 cm breiten Grabens mit einem Wasserstand von 50 cm waren vom stark in Zersetzung befindlichen Herbstlaub in dicken Lagen bedeckt; nur sehr wenige Büschel fädiger Chlorophyceen konnten hier und da bemerkt werden. An der gleichen Stelle wurden am 2. III. desselben Jahres drei Larven im II. Stadium unter einer 10 cm messenden Eisschicht gefangen. Die Tiere bewegten sich ziemlich apathisch über der Laubschicht des Bodens und waren infolge des Eises außerstande, die atmosphärische Luft zu atmen. Der Frost und damit die Eisbedeckung dauerte bereits zwei bis drei Wochen; Tracheenatmung der Larven konnte infolgedessen nicht stattfinden. Wie die Tiere lebensfähig blieben trotz des durch den Fäulnisprozeß des Laubes sehr starken H<sub>2</sub>S-Gehaltes ist nicht leicht erklärlich. Der Stoffwechsel ist zwar bekanntlich bei niederen Temperaturen – unter dem Eis betrug diese mit Ausnahme weniger Stellen nie mehr als 0,25° C – sehr gering und damit auch das Sauerstoffbedürfnis des Organismus. Trotzdem werden höchstwahrscheinlich an diesem Fundplatz viele Tiere abgestorben sein, denn nach der Frostzeit wurde vergeblich nach Larven gefischt. Auch bei Untersuchungen im nächsten Jahr fand sich dort kein Stück mehr<sup>1)</sup>. GALLI soll ein schadloses Einfrieren der Larven beobachtet haben (HURTER 1926, S. 70), während TROFIMOV (1942) bei völligem Einfrieren selbst für wenige Stunden von einer letalen Wirkung berichtet (ANSCHAU & EXNER 1952, S. 107). Es ist anzunehmen, daß lediglich dort Culciden-Larven den Winter unter Eis überdauern können, wo genügend im Wasser gelöster Sauerstoff vorhanden ist oder wo die Eisdecke kurzfristig auftaut und der verbrauchte durch neuen ersetzt wird. Bis heute ist noch ungeklärt – aber durchaus wahrscheinlich –, ob nicht auch befruchtete *bifurcatus*-Imagines überwintern und so evtl. eingetretene Larvenverluste ausgleichen (MARTINI 1920, S. 64 u. ECKSTEIN 1922, S. 6). Vergesellschaftet waren die *bifurcatus*-Larven mit den ebenfalls überwinternden Arten *Theobaldia morsitans* im

---

<sup>1)</sup> Bei Nachuntersuchungen im Januar 1957 konnten vier Larven des II. und III. Stadiums gefangen werden.



IV. und *Aedes diversus* im III. Stadium; diese Formen waren auch nur in wenigen Exemplaren anwesend.

Etwa 400 m vom zuletzt beschriebenen Fundplatz entfernt konnte am 15. XII. 1955 in einem Graben (s. S. 43) eine einzige Larve von *bifurcatus* gefunden werden. Darüber hinaus waren Vertreter dieser Art in keinem anderen Gewässer am Hülserberg mehr zu entdecken. Im Nette-Gebiet nahe der Leuther Mühle gelang es, Ende März 1956 einige wenige halbwüchsige Larven zu erbeuten. Alle Tiere waren unterseits mit dichten Vorticellen-Kolonien besetzt. Die Fundortverhältnisse sind S. 50 beschrieben. In beiden Gräben – hier und am Hülserberg – bewegten sich die Larven in gleicher Weise wie solche von „*maculipennis*“. Bei leichtem Erschrecken schlängelten sich die Tiere horizontal an der Wasseroberfläche entlang und tauchten erst bei kräftigen wiederholten Reizen bis zum Boden unter, wo sie bei tiefen Temperaturen länger verweilten.

Obwohl SCHNEIDER (1913, S. 22), WESENBERG-LUND (1943, S. 468), FESSLER (1949, S. 69) u. a. Autoren vielfach die Beobachtung machten, daß *bifurcatus* mit „*maculipennis*“ zusammen vorkommt, ist aus den erhaltenen Ergebnissen zu schließen, daß im Untersuchungsgebiet beide Arten in getrennten Biotopen zu finden sind. *bifurcatus* scheint besonders Fließgewässer, jedenfalls grabenartige Wasserstellen zu lieben. Im Tümpel (A) selber wurden keine Larven gefunden, wohl aber in seiner schmalen Verlängerung.

Viele Forschungsergebnisse beweisen bei der Art die Eigentümlichkeit, Wasserstellen mit relativ niedrigen Durchschnittstemperaturen zum Brutplatz zu wählen. Ebenso wie BÜTTIKER (1948, S. 142) feststellen konnte, wurde auch hier noch bei 0° eine Aktivität der Larven beobachtet. Dem gemeinsamen Vorkommen mit den kalt-stenothermen Formen *Theobaldia morsitans* und *Aedes diversus* entsprechend, war *Anopheles bifurcatus* in der hiesigen Landschaft eine schattige, kühle, nicht unbedingt reine Gewässer liebende und seltene Art.

Als letzte Verschiedenheit zu „*maculipennis*“ sei die Generationenanzahl angeführt. Während der Beobachtungszeit waren mit Sicherheit nur zwei Generationsfolgen von *bifurcatus* zu erkennen.

Über die chemischen Eigenschaften des Wassers der Brutstellen von *Anopheles bifurcatus* ist nicht allzuviel bisher berichtet worden. Durch ihre Arbeiten im Kiewer Raum kam NESTERWODSKAJA (1942, S. 541) zu der Feststellung, daß die chemische Zusammensetzung der Gewässer sehr unterschiedlich ist. Von eigenen Ergebnissen ist hervorzuheben, daß die meisten Larven der Art in schwach saurem Wasser (pH 6,5 bis 7,0) gefunden wurden, während NESTERWODSKAJA (l. c.) schwach alkalische Reaktion (pH 7,5 bis 8,2) für die Brutgewässer angibt. Im Vergleich der Untersuchungen des Verf.

mit denen von ANSCHAU & EXNER (1952) ergibt sich eine grundsätzliche Verschiedenheit in Bezug auf die Brutbiotope und deren pH-Wert. Die beiden Autoren fanden in der Steiermark (Österr.) Brutplätze von *bifurcatus* ausschließlich im Wiesengelände oder am Waldrand, nur ganz selten im lichterem Auwald. In den Quelltümpeln und Bächen des Mischwaldes würde die saure Reaktion des Wassers das Vorkommen der alkaliphilen *Anopheles*-Art ausschließen.

## B. *Theobaldia* NEVEU-LEMAIRE

Zwei Arten dieser Gattung wurden festgestellt: *Theobaldia annulata* SCHRANK und *Th. morsitans* THEOBALD. Was die übrigen Formen *Theobaldia alascaensis* LUDLOW, *Th. glaphyoptera* SCHINER und *Th. subochrea* EDWARDS – für Deutschland nachgewiesene Arten – angeht, so kommen sie wahrscheinlich in dem untersuchten Raum nicht vor, wie nach Ausführungen von PEUS (1950, S. 79) über ihre bisherigen Fundorte zu schließen ist. Gleichfalls Vertreter von *Theobaldia ochroptera* PEUS, über deren Verbreitungsgebiet so gut wie gar nichts bekannt ist, waren an keiner Stelle aufzuspüren. Was *Theobaldia fumipennis* STEPHENS betrifft, so vergleiche man die Arbeit des Verf. in „Gewässer und Abwässer“ 1957.

### 1. *Theobaldia annulata* SCHRANK

Imago. An allen Fundstellen – wie Wald, Röhrichtpflanzengesellschaften der Gewässer, Keller, Zimmer und Stallungen – überall kam *Theobaldia annulata* vor. Auffallend jedoch war ihre Minderheit gegenüber *Culex pipiens*, obwohl beide Mückenarten als Larve und Imago viele Gemeinsamkeiten haben, ja in manchen Eigenschaften vollständig übereinstimmen. Trotzdem männliche *annulata*-Mücken relativ häufig auftraten, war die Suche nach weiblichen Tieren von viel geringerem Erfolg begleitet, so man die Überwinterungsplätze, an denen in der Regel nur Weibchen zu finden sind, außer acht läßt.

Während der aktiven Flugzeit wurde die Art an vier verschiedenen Orten beobachtet. Die meisten Männchen konnten in der nächsten Umgebung der Waldwinkelkuhle und des ihr benachbarten Laubwaldes bemerkt werden. So ließen sich in beiden Jahren während des Sommers insgesamt sieben Männchen und ein Weibchen fangen; die Tiere befanden sich sämtlich in flacher Stellung eng an Baumstämme angedrückt. Schon beim Aufscheuchen waren die Mücken im Fluge als *Theobaldia annulata* zu erkennen. Sie bewegten sich unruhiger, schneller und scheuer als z. B. *Culex pipiens*.

Außer den Fundstellen im Wald konnte am 23. IX. 1955 ein Männchen an der Außenseite eines Schweinestallfensters auf einem

mittelgroßen Gehöft beobachtet werden. Zur Einwinterungszeit geschah es öfters, daß auch männliche Imagines die menschlichen Siedlungen aufsuchten, ebenso wie bei *Culex pipiens*; männliche Stücke aller anderen Culiciden-Arten fanden sich hier nie in Häusern oder Stallungen.

Der dritte Fundort war der Schilfbestand der Waldwinkelkuhle, wo im September 1955 das Schlüpfen eines Männchens von *Theobaldia annulata* zu verfolgen war. Der Vorgang dauerte bei 12° C (Luft) ca. 20 Minuten bis zum Schreiten des Tieres über die Wasseroberfläche und 5 Minuten bis zu seinem Abflug.

Zweimal – im September 1955 und im August 1956 – konnte je ein Weibchen der Art in der Leuther Mühle gefangen werden. Während beim ersten Mal der Aufenthaltsort der helle Rinderstall war, saß beim zweiten Besuch die Mücke in einer vollständig dunklen Ecke des Pferdestalles. Beide Mücken waren mit Blut gefüllt und sehr träge und passiv in ihrem Verhalten. Ähnliche Beobachtungen machte auch MARTINI (1931a, S. 208).

Finden sich auch an vielen Stellen nur wenige Tiere, so darf das nicht verallgemeinert werden wie ein Fundort (Restauration) am Poelvenn-See bei Kriekenbeck zeigte. Dort konnten 10 Exemplare – 8 Weibchen und 2 Männchen – im November beobachtet werden, während *Culex pipiens*, der gewöhnlich mit *annulata* zusammen angetroffen wurde, fehlte. Es ist nicht ausgeschlossen, daß noch mehr Tiere letzterer Art dort in dunklen Luken, Ritzen und Winkeln saßen. Wegen des derzeitigen milden Vorwinters (6. XI.) waren die Mücken noch relativ fluglustig. Die sonst für viele Culiciden-Arten typische kreisende Bewegung des abstehenden letzten Beinpaares in sitzender Stellung zeigte *Theobaldia annulata* nie; sie saß fast immer eng an die Unterlage geschmiegt.

Mancher Autor berichtet vom *S t e c h e n* dieser Art im Winter, wenn sich also die Tiere an geschützten von Menschen besiedelten Orten aufhalten. Im Untersuchungsgebiet konnte nichts dergleichen in Erfahrung gebracht werden. Hausbewohner, deren Keller öfter zu besuchen möglich war und in dem sich Überwinterungsplätze von *Theobaldia annulata* und *Culex pipiens* befanden, wurden nie durch Mücken während der Winterzeit belästigt. Dies ist um so mehr glaubhaft, da die sehr wenigen *annulata* und vielen *pipiens* an den gekennzeichneten Stellen den ganzen Winter über verblieben. Auf 1 qm feuchter Wand saßen 4 *Theobaldia annulata* und 140 *Culex pipiens*. Bei den Berichten von einer Belästigung im Winter muß es sich um Exemplare mit Semihibernatio gehandelt haben. WESENBERG-LUND (1943, S. 481) beobachtete, daß *Theobaldia annulata* in hohlen Bäumen überwintert, wo sie der kalten Temperaturen wegen zu aktiven Lebensäußerungen gar nicht kommen dürfte. Es



stehen sich somit zwei Verhaltensweisen gegenüber, deren jede für sich einen Anspruch auf Richtigkeit erheben kann. Vielleicht stößt man hier auf ähnliche Zusammenhänge wie die Rassenforschung bei *Culex pipiens* ergeben hat.

Im Juli 1955 fand sich ein Weibchen der Art mit vom frischen Blut prall gefüllten Abdomen. Das Tier saß an einen Hainbuchenstamm geschmiegt im „Waldwinkel“-Gebiet, vom nächsten Weg 70 m entfernt. Wo hatte die Mücke Blut gesaugt? Wahrscheinlich stillte sie ihren Blutdurst am Vogel oder Wildsäugetier. Über eine ausgeprägte Vorliebe zu einer bestimmten Nahrungsquelle ist bisher nichts bekannt worden.

*Theobaldia annulata* soll nach SCHNEIDER (1913, S. 19) den Menschen nicht stechen. Auch Verf. ist nur ein einziges Mal in einem Haus von der Mücke zum Stich angefliegen worden (September). PEUS (1930, Spalte 412) wurde dagegen sogar in einer Januarnacht von ihr gestochen. Ebenso berichtet HURTER (1926) von heftigen Belästigungen. Es scheint demnach ziemlich sicher zu sein, daß Klima und Landschaft der gleichen Mückenart jeweils eine andere Lebensäußerung aufprägen als in wiederum anderen Biotopen.

L a r v e. Ebenso wie die Imagines können die Larven von *Theobaldia annulata* überall an entsprechenden Stellen v o r k o m m e n. MARTINI beobachtete sie einmal in einer sehr weiten, großen Baumhöhle (THIENEMANN 1935, S. 81). Trotzdem waren einige äußerlich geeignet erscheinende Wasserstellen des Untersuchungsgebietes in der Hauptentwicklungsperiode frei von Larven und Puppen. Der Grund ist hierzu m. E. bei den Imagines zu suchen: ein Instinkttrieb läßt die ablagebereiten Weibchen nur bestimmte Brutplätze aufsuchen. Es gelang nämlich, halbwüchsige Larven eines Biotops in einen anderen umzusetzen – z. B. aus der Waldwinkelkuhle in eine Viehtränke –, wo die Tiere sich den Verhältnissen entsprechend normal zur Imago weiterentwickelten.

Das Auftreten der Larven im Tümpel (A) war durchaus unterschiedlich, fast anomal. Anfang Februar 1955, nach der ersten Kälte und Eisbildung, die in drei Wochen bei Luft-Tagesmittel-Temperaturen um  $-1^{\circ}\text{C}$  nicht stark war, fanden sich Tiere des I. bis III. Stadiums in den überschwemmten Randzonen des sich immer mehr mit Wasser füllenden Tümpels. Die größeren Larven waren bereits vor der einsetzenden Kälte und der mehrtägigen Eisbedeckung vorhanden, also im vorjährigen Spätherbst aus ihren Eiern geschlüpft. Die Larven des I. Stadiums dagegen hatten die Eihülle durch den kurzzeitigen Wärmestoß der zweiten Februarwoche veranlaßt verlassen, da Ende Januar noch keine frisch geschlüpften Larven zu beobachten waren. In der zweiten vierwöchigen Kälteperiode müssen alle Tiere zu Grunde gegangen sein; Ende Februar konnten

solche nirgendwo mehr gefangen werden. Sind der Art keine unüberwindlichen Hindernisse im Wege, werden neben den Imagines also auch Larven überwintern können. Dies beobachtete GALLI-VALERIO (1924, S. 310) schon im Winter 1923/24, während HURTER (1926, S. 70) nur von einer diesbezüglichen Vermutung spricht. Anfang Juni 1955 erschienen am Tümpel (A) die ersten flugfähigen Mücken, welche die zweite Generation, die bis zum Austrocknen des Gewässers schlüpfertig war, erzeugten. Deren Entwicklung verlief bei Wassertemperaturen zwischen 16° und 20° C innerhalb von vier Wochen und entsprach somit beinahe der Angabe MARTINI's (1931a, S. 208) für *Theobaldia annulata*. Larven beider Generationen waren von harmlosen parasitären Vorticellen-Kolonien besetzt.

Genau ein Jahr später, nachdem 1955 die letzten Puppen in einem kleinen Wasserrest des Tümpels (A) schlüpften, traten frischgeschlüpfte Larven der Art erst wieder auf; sie verhielten sich in der Entwicklung wie im Herbst 1954. Alle Populationen, die 1954/55 im Tümpel angetroffen wurden und die aus 3 bis 4 Generationen bestanden, waren im Herbst 1955 und Frühjahr 1956 gänzlich ausgefallen. Der alleinige Grund ist in der Wasserführung zu erblicken. Trotzdem war die Anzahl der Larven im Juli 1956 nicht geringer als die der zweiten Generation im gleichen Monat 1955. Zweifellos fiel eine nicht kleine Menge Mücken durch die lange Trockenzeit des Tümpels aus. Nach vorsichtigen Schätzungen wird der Verlust für das Gebiet 2 bis 3 Tausend, also 1 bis 1,5 Tausend Paare betragen haben. In der zweiten Jahreshälfte 1956, in der keine regelmäßigen Untersuchungen mehr durchgeführt wurden, blieb das Gewässer im Gegensatz zum Vorjahr immer mit Wasser gefüllt, meist über die Hälfte des Höchstwasserstandes. Es ist aus dem soeben Geschilderten unschwer ersichtlich, daß die heutigentags oft erheblichen und unnatürlichen Grundwasserschwankungen wesentlichen Einfluß auf den Culiciden-Entwicklungsverlauf, wenn nicht auch auf den vieler anderer Dipteren-Familien nehmen. Diese Tatsache ist lediglich als eine Bestätigung der Untersuchungsergebnisse HECHT's (1929) und WEYER's (1951) aufzufassen.

Von den übrigen Larvenfundplätzen der Art sei nur auszugsweise berichtet. Es ist hervorzuheben, daß sich in keiner untersuchten Viehtränke eine Larve oder Puppe befand.

Die Waldwinkelkuhle war den Funden nach nur bei geringem Wasserstand im Jahre 1955 von Juli bis Oktober besiedelt. Lediglich an bestimmten Stellen, die einen deutlichen Unreinigkeitscharakter aufwiesen, konnten Larven gefangen werden. Vor allem trat hier ein starker Geruch nach Schwefelwasserstoff auf. An davon unbetroffenen *Anopheles*-Plätzen der Kühle fand sich nie *Theobaldia* und umgekehrt.

Im Nette-Gebiet konnten Larven und Puppen von *annulata* nur in kleinen Wasseransammlungen in der zweiten Jahreshälfte 1955 festgestellt werden. Niemals hatten Fangversuche in den Uferbereichen der großen Seen Erfolg, ausgenommen an einer Stelle. Im Ferkens Bruch fand sich am 6. XI. 1955 eine erwachsene Larve. Es ist als sehr wahrscheinlich anzunehmen, daß noch mehr Tiere ihre Entwicklung hier zwar begonnen, jedoch durch widrige Umstände, sei es wegen der Strömungsverhältnisse, Fische u. a., nicht zu Ende gebracht haben.

Die chemischen Untersuchungen der Larvenbiotope ergaben folgende Grenzwerte: Die Wasserstoffionenkonzentration erreichte ihren Höchstwert auf alkalischer Seite mit pH 7,3 in der Waldwinkelkuhle und ein Minimum im sauren Bereich mit pH 6,5 im Tümpel (A). *annulata*-Larven des letzten Fundortes vertrugen einen maximalen SBV-Wert von 6,0, entspricht einer Karbonathärte von 16,8° DH, gegenüber einem Minimum in der Waldwinkelkuhle von SBV 3,3, entspricht einem KH-Wert von 9,2° DH. Die Gesamthärte wurde in der Waldwinkelkuhle zur Larvenfundzeit mit 15° DH und minimal im Tümpel (A) mit 7° DH bestimmt. Die Brutstellen der Art hatten ein relativ reines Wasser mit Ausnahme des Tümpels (A). Hier kamen die Larven sowohl an mit Schwefelwasserstoff und Ammoniak übersättigten wie auch an verhältnismäßig reinen Stellen vor. Es war nicht zu bemerken, daß diese Orte von erheblich unterschiedlichen Larvenmengen bewohnt wurden.

Darunter suchungen von *annulata*-Larven des Tümpels (A) ergaben im Frühjahr ein gänzlich anderes Bild als im Herbst. In der ersten Jahreszeit überwog der Anteil der die Wasserblüte erzeugenden Chlorophyceen die anderen Nahrungsanteile wie ungefärbte Algen, Diatomeen, Ciliaten und alle Art Detritus, ganz erheblich. Junge glashelle Larven zeigten einen vollkommen grün gefärbten Darmstrang. Im Herbst wurde zur Hauptsache Aufwuchs der im Wasser befindlichen Gegenstände gefressen. Hierunter fallen sessile Ciliaten, Cyanophyceen, Diatomeen, aber auch Sporen und zerfallende Bestandteile höherer Blütenpflanzen. Die Farbe des Nahrungsbreies im Herbst war dunkel-braun bis schwarz.

## 2. *Theobaldia morsitans* THEOBALD

Zu Anfang muß bemerkt werden, daß in dem bezeichneten Gebiet nur Larven zu sehen waren. Die bisher gewonnenen Untersuchungsergebnisse, die eine Ungebundenheit an menschliches Blut erkennen lassen, machen die hier erhaltenen Ergebnisse begreiflich. Zu dem seltenen und vielerorts sporadischen Auftreten bekennt sich ebenfalls MARTINI (1923, S. 128): „Die Mücke wurde wie gewöhnlich kaum bemerkt“.



**Larve.** Die ersten Larven fanden sich am Hülserberg im Tümpel (A) zusammen mit *Anopheles bifurcatus* und *Aedes diversus* im Februar 1955 unter dem Resteis der ersten Kälteperiode; es waren große III. Stadien. Die Ansicht SCHNEIDER's (1913, S. 35), daß nur die Eier überwintern, dürfte schon früher widerlegt worden sein (?). M. E. übersteht die Art die Kältezeit sogar ausschließlich als Larve, denn nach den Wintern 1955 und 1956 wurden an vier verschiedenen Fundplätzen nur Tiere im III., überwiegend aber im IV. Stadium gefangen. Anders schreibt dagegen MARTINI (1931a, S. 220); er traf im Frühjahr II. und III. Stadien an und meint deshalb, daß auch Eier überwintern. Trotzdem sei aber bedacht, daß selbst die kalt-stenothermen Formen, wie *morsitans*, im Winter bei Temperaturen zwischen 2° und 4° C nicht wachsen. Darum ist durchaus glaubhaft, daß eine im Dezember im II. Stadium befindliche Larve bis zum Februar in ihrer Entwicklung stehen bleibt. MARTINI (l. c.) sagt selbst: bei 3° C ruht der Flabellenschlag. Um wieviel mehr wird dann das Wachstum aufhören.

An drei verschiedenen Orten des Nette-Gebietes waren im Jahre 1956 Larven zu erhalten. Das Grabenstück bei Leuth wies am 23. III. einige ausgewachsene Exemplare auf; sie befanden sich 20 cm vom Ufer entfernt im dichten Kraut verborgen. Vor dem Fang etwas von ihnen zu bemerken, war unmöglich; die Körperfärbung stimmte vollkommen mit der der vergehenden, hellbräunlichen und ins Wasser hängenden Grashalme überein. In unmittelbarer Nähe der Larven traf man auch solche von *Anopheles bifurcatus* an; gewöhnlich wurden beide Formen im selben Kescherzug gefangen.

Einige Wochen später konnte eine erwachsene *morsitans*-Larve im Wiesentümpel beim Strandbad Kriekenbeck beobachtet werden. Hier kam sie mit den Arten *Aedes cantans*, *Ae. nemorosus*, *Ae. punctator* und *Ae. quartus* vor. Dazu ist aber zu sagen, daß sich außer *Anopheles bifurcatus*, *Aedes diversus* (beide Tümpel (A)) und allenfalls *Aedes nemorosus* (Kriekenbeck) die übrigen Arten auf einer anderen Entwicklungsstufe befanden.

Ende April 1956 wurden beim Absuchen des Schanzloches, nahe den Kriekenbecker Seen, drei verpuppungsreife, fast rein schwarze überaus große Larven von *Theobaldia morsitans* erhalten. Bei allen Beobachtungen in der gesamten Untersuchungszeit, so vor allem bei *Anopheles „maculipennis“* in der Waldwinkelkuhle während des anomal kühlen Sommers 1956, fiel stets die außergewöhnliche Größe der Culiciden-Larven und -Imagines auf, deren Entwicklung in relativ kaltem Wasser stattgefunden hatte. Im Teil IV. der Arbeit wurde schon über die vergleichend ungemein kalten Wassertemperaturen des Schanzloches berichtet (S. 52). Wohl weniger die Ernäh-

rung – es handelt sich um ein dystrophes Gewässer – als vielmehr ein langsames, nicht getriebenes Wachstum wird für die Größe der Larven verantwortlich zu machen sein.

Was die Wasserbeschaffenheit der Fundorte anlangt, so können Grenzwerte nur von der Wasserstoffionenkonzentration angegeben werden. Diese betrugen: pH 6,5 (Wiesengraben bei Leuth) und pH 4,3 (Schanzloch). Auffallend war stets die Reinheit der Wohngewässer von *morsitans*, ausgenommen der flache Wiesentümpel am Strandbad Kriekenbeck, in dem die eingefallenen Laubblätter, vielleicht auch Abfallprodukte der Siedlungen und der Wiesenbewirtschaftung eine leichte Verschmutzung hervorgerufen haben mögen. Es soll mit dem Beobachtungsergebnis keineswegs die Auffassung bekräftigt werden, *morsitans* könne nur in reinem Wasser leben; dies wird m. E. ein zufälliges Zusammentreffen zweier Faktoren sein: die Larvenentwicklung findet zur Zeit größter Reinheit natürlicher Gewässer statt.

### C. *Mansonia* BLANCHARD

#### 1. *Mansonia richardii* FICALBI

Imago. Vor der Determination wurde hier *Mansonia richardii* mit *Culex pipiens* verwechselt. Die Mücken beider Arten waren in Farbe, Größe und auch im Verhalten als Blutsauger sehr ähnlich. Gerade bei letzterem konnte für *Mansonia* etwas anderes erwartet werden. MARTINI (1931a, S. 222) bezeichnet die gesamte Gattung als sehr lästige Blutsauger des Menschen. Verf. ist dagegen nicht einmal von der Mücke gestochen worden.

Insgesamt konnten nur vier Tiere erbeutet werden. Zwei Männchen und ein Weibchen wurden am 5. VIII. 1955 an einem Waldrand gefangen, 100 m von der Waldwinkelkuhle gelegen, in welcher die Art ihre Larvenentwicklung durchmachte. Die Imagines saßen in den Farnkräutern und ließen sich nur bei Beunruhigung zum Fliegen verleiten. Man könnte annehmen, daß das Weibchen wegen einer kürzlich aufgenommenen Blutmahlzeit bewegungsunlustig war oder die Klimaverhältnisse sich ungünstig verhielten. Aber die Untersuchung des Abdomens sowie das Anfliegen von *Aedes*-Mücken zum Stechen erwiesen beide Vermutungen als unrichtig.

Das zweite Weibchen der Art wurde am 20. IX. 1955 beim Besuch der Leuther Mühle erhalten. Die Mücke kam um 19 Uhr durch die offene große Stalltür in den Rinderstall geflogen. Zielsicher steuerte sie auf eine Wandstelle zu und setzte sich, typisch nach Stechmückenart mit vier Beinen an einem Spinnwebennetz hängend, fest. An ihrer bisher bei anderen Arten von mir noch nie beobachteten Flugweise fiel die Mücke gleich auf, denn z. B. *Culex pipiens* flog für

menschliche Begriffe mehr suchend und unsicherer, bis er einen Ruhepunkt fand. Eine Deutung des Verhaltens der *Mansonia*-Mücke hinsichtlich des Fundortes und in Bezug auf eine evtl. Nahrungsaufnahme scheint nicht leicht. In dem Stall wurden meist *Culex pipiens* ohne blutgefülltes Abdomen gefunden. Ebenso war die „Pelzmücke“ frisch eingeflogen. Hielt sich nun diese Culicidae wie die „Hausmücken“ nur zu Versteck- und Übernachtungszwecken oder zur Blutaufnahme dort auf? Die Frage kann leider von hier nicht beantwortet werden, da später dort keine *Mansonia richardii* mehr zu beobachten war.

**Larve.** Von den Larven der Art ist ebenso nur sehr wenig zu berichten. Bei der Suche nach Larven und Puppen in der Waldwinkelkuhle, dem wohl einzigen möglichen Aufenthaltsort im Hülserbruch-Gebiet, fanden sich erst 1956 solche. Zwischen *Typha*-Beständen bei einer Wassertiefe von ca. 50 cm und in Schlammproben von ca. 15 cm unter der Bodenoberfläche wurden zwei Larven Anfang April gefangen. Während an anderen Stellen weiteres Suchen erfolglos war – es sei denn, daß der Zufall die Tiere an solche Orte plazierte, die vom Schlamm sieve unberührt blieben – konnten am selben Platz von Ende April bis Juni nur noch acht Larven und eine Puppe gefangen werden. Anfang Mai brachten zwanzig Schlammproben eines etwa 5 qm umfassenden Bodenstückes zwei Larven des IV. und eine des II. Stadiums. Der geringe Fangerfolg stimmte mit dem spärlichen Imaginesvorkommen gut überein. Zur Charakteristik des Fundortes ist nichts besonderes mehr zu bemerken, da dieser weitgehend der Biotopbeschreibung gleichkam, wie sie KREUZER (1945, S. 987) als für *Mansonia richardii* typisch angibt.

Entsprechend des vor vielen Gefahren natürlich geschützten Aufenthaltsortes war die Bewegung der Larven außerordentlich träge. In schlängelnden Krümmungen krochen die hell weiß-grau gefärbten Tiere über eine Unterlage. Ihre Körperfarbe machte es relativ leicht, die Larven in dem meist pechschwarzen Bodenschlamm zu erkennen.

Hinsichtlich der chemischen Umweltfaktoren muß für diese Art auf eine Diskussion verzichtet werden. Erstens war der Zeitraum, in welchem Larven gefunden wurden, zu kurz, um derartige Zusammenhänge feststellen zu können und zweitens – dies ist von wesentlicherer Bedeutung – spielen sich im Schlamm, dem Milieu der Larven, anders gelagerte Prozesse ab als im freien Wasser. Die Erforschung der Verhältnisse des Gewässerbodens muß anderen Arbeiten vorbehalten bleiben, denn das Beobachtungsobjekt erfordert spezielle Arbeitsmethoden. Was darüber hinaus an wenigen chemischen Ergebnissen in der Zeit des *Mansonia*-Vorkommens erhalten wurde, möge man der Tabelle V entnehmen.



### D. *Aedes* MEIGEN

Die große Artenfülle, selbst wenn diese sich in den acht *Aedes*-Formen, welche die Untersuchungen hervorbrachten, erschöpft, zwingt dazu, allgemein zum gattungseigenen Verhalten einige Gedanken und Zusammenhänge zu schildern.

**Imagines.** Die überwiegende Anzahl weniger, meist nur zwei Arten an der gesamten Gattung *Aedes* im Beobachtungsraum läßt wohl die Schwierigkeit erkennen, aus der Masse der Mücken die seltenen Arten zu fangen und zu beobachten. Daß die Bestimmung der *Aedes*-Weibchen nicht einfach, ja manchmal bis zur Eindeutigkeit unmöglich ist, ist bekannt. Vielfach ausschließlich die Männchen sind in den Hypopygien soweit voneinander zu unterscheiden, daß die Determination relativ einfach ist und keine Verwechslungen aufkommen läßt. Diese Bestimmung im Vergleich mit der der Larven gibt in anschaulicher Ergänzung darüber Aufschluß, an welchen Biotopen speziell die jeweilige Art vorkommt.

Hinsichtlich der Wanderungstrecken von *Aedes*-Schwärmen herrschen in der Literatur noch ziemlich gegenteilige Meinungen. Einige Autoren berichten von Entfernungen bis zu 64 km, sogar gegen den Wind, andere wiederum von nur 8 km und weniger (HURTER 1926, S. 60). Es soll hier lediglich auf die Schwierigkeit solcher Feststellungen hingewiesen werden. Oftmals wundert man sich über das Auftreten einer Art an den Stellen, wo vermeintlich keine Brutgewässer vorhanden sind und man diese erst nach intensiver Suche findet. Hierdurch wird es m. E. oft zu Fehlschlüssen kommen, welche die Angaben über die teilweise unglaublich großen Entfernungen erklären. Nach eigenen Feststellungen für die beiden häufigsten Arten (*Aedes cantans* MEIGEN und *Ae. quartus* MARTINI) werden Flugstrecken in waldbestandenem Gebiet des Hülserbruches von nicht mehr als 4 km zurückgelegt. Den Beweis hierfür bringen mit allerhöchster Wahrscheinlichkeit die Örtlichkeiten selbst. Das Produktionszentrum der großen *Aedes*-Schwärme stellt allein Tümpel (A) dar; es wurde bei eifrigster Durchsuchung der Landschaft kein zweiter Brutplatz mit gleichgroßer Entwicklungsmenge entdeckt. Eine Woche nach dem ersten Schlüpfen waren die Imagines im gleichmäßigen Umkreis in immer weiterer Entfernung zu beobachten. Ihrer Lebensweise nach wurden dabei mit Büschen und Bäumen bestandene Plätze in größerem Ausmaß befliegen als die freien Landschaftsteile.

Die bei manchen Autoren angegebene Schlüpfzeit der Imagines ist nach eigenen Ergebnissen sehr relativ zu betrachten (z. B. war die Baumhöhlen-Culicide *Aedes ornatus* an gar keine feste Generationenfolge gebunden). Es hängt vor allem eng mit dem Frühjahrsklima zusammen, wann das Schlüpfen der Imagines beginnt.

Große Schwankungen im zahlenmäßigen Auftreten innerhalb der Untersuchungszeit waren nicht zu verzeichnen. Nach kurzem aber steilen Ansteigen wurde im Mai das Maximum der *Aedes*-Population erreicht, um ganz allmählich bis gegen Mitte September wieder abzusinken. Mitte Juli 1955 löste das Massenauftreten der „Hausmücken“-Generation die letzten weiblichen *Aedes*-Mücken ab, welche nach vorsichtigen Schätzungen mindestens neun bis zehn Wochen gelebt haben. Im Jahre 1956 dagegen wirkte sich der anomal kühle und nasse Sommer derartig aus, daß noch bis in den September hinein Weibchen der Gattung zu beobachten waren (die Männchen sterben bekanntlich früher als die Weibchen). Das würde bedeuten, daß die letzte *Aedes*-Imago u. U. zwischen vier und fünf Monaten alt gewesen sein könnte. HURTER (1926, S. 67) nimmt für die Aedinen 100 Tage Lebenszeit im Freien an. NEUMANN (1912, S. 29) konnte *Aedes fasciatus* FABR. 120 Tage im Laboratorium halten; die Tiere waren aus Eiern gezüchtet, welche nicht durch Blutnahrung erzeugt wurden. Nach dem stechlustigen Gebaren und dem frischen, farbigen Aussehen der noch im September 1956 zu beobachtenden Aedinen müßte es sich eigentlich um ziemlich junge Tiere gehandelt haben; leider waren keine Männchen mehr zu bemerken. Die letzte Puppe der Gattung im Tümpel (A) wurde aber schon sehr früh, Mitte Mai, gefangen. Es bleiben damit vorläufig die Fragen offen, ob die Aedinen durch die speziellen Klimaverhältnisse, vor allem Kühle und Feuchte, so lange vital blieben oder ob der im Sommer 1956 unverhältnismäßig ansteigende Grundwasserspiegel hoch liegende Eier, die im Frühjahr nicht schlüpften, erst später dazu veranlaßt hat. Außerdem ist nicht ganz unwahrscheinlich, daß die späten Mücken von einer zweiten aber sehr kleinen Generation stammten, denn PEUS (1932, Spalte 188) beobachtete dergleichen schon im Spreewald. Für das hiesige Gebiet kann aber eine genaue Antwort nicht gegeben werden, weil die Suche nach *Aedes*-Larven und -Puppen von Anfang Juni bis Ende August erfolglos blieb. Alle Wasserstellen, die von Culiciden bewohnt waren, hatten nur „Hausmücken“-Arten.

Eng mit der Lebensweise der Aedinen verknüpft ist die vor nicht allzu langer Zeit hier und andernorts aufgetretene Kaninchenseuche: *Myxomatose*, die heute aber schon nach ihren verheerenden Auswirkungen wieder im Abklingen begriffen ist. Da es sich bei der Ausbreitung der Krankheit um eine Kontaktinfektion handelt, können theoretisch alle stechenden und beißenden Insekten Verbreiter der Seuche sein. Im Untersuchungsgebiet und weit darüber hinaus sind aber *Aedes*-Arten in ganz entscheidendem Maße die Blutsauger der Wildtiere. Zu Beginn der Beobachtungen im Oktober 1954 zählten zum engeren „Waldwinkel“-Gebiet noch ungefähr 30

gesunde Wildkaninchen (*Lepus cuniculus* L.). Die Plage war damals schon vor längerer Zeit ausgebrochen, hatte den Tierbestand bereits stark dezimiert und wirkte sich soweit aus, daß im Frühjahr 1956 nur noch drei Tiere übrig waren. Bis heute (1956/57) hat sich aber schon ein kleiner resistenter bzw. immuner Stamm gebildet, wie an den hin und wieder zu beobachtenden Tieren erkennbar ist. Von besonderem Interesse für die Verbreitungsfragen der *Aedes*-Mücken in Verbindung mit der Myxomatose dürfte die Tatsache sein, daß in einem abgeschlossenen und von Feldern umgebenen Wäldchen bei Vorst, westlich von Krefeld, keine Kaninchen erkrankten. Zur näheren Erforschung solcher Zusammenhänge bedarf es jedoch einer speziellen Untersuchungsmethodik. Einige Ergebnisse im täglich beobachteten Gebiet zu erhalten, scheiterte vornehmlich an dem sich immer mehr verringernden Wildkaninchenbestand.

**L a r v e n.** Wie schon betont wurde, ist die Larvenbiologie wegen des begrenzten Lebensraumes bedeutend lohnender in ihrer Erforschung als diejenige der Imagines. Mitteilenswerte Ergebnisse für die gesamte Gattung wurden vorzüglich bei der Untersuchung der Temperaturbedingungen, des Aufenthaltsortes und der Entwicklung erhalten.

Im Tümpel (A) fanden sich die ersten *Aedes*-Larven im Frühjahr erst nach der zweiten Kälteperiode beider Jahre. Gemeint sind nur solche Larven, die nicht schon vor dem Winter aus den Eiern geschlüpfen können, wie z. B. *Aedes diversus*. Im Jahre 1955 sank die Lufttemperatur in den ersten drei Januarwochen nachts und vormittags unter den Nullpunkt; die Wassertemperaturen hielten sich nahe dem Gefrierpunkt. In der darauffolgenden Tauwetterperiode, die zweieinhalb Wochen dauerte und durchschnittlich Temperaturen von 2° bis 4° C über Null für Luft und Wasser aufwies, schlüpfen keine Larven. 1956 blieb die erste Kältezeit ohne Frost, die Lufttemperaturen näherten sich nur kurzfristig dem Nullpunkt. Während der nachfolgenden Wärmezeit, die ebenso lang wie im Vorjahr jedoch mit etwas höheren Temperaturwerten verlief, konnten gleichfalls keine Larven festgestellt werden. Im ersten Untersuchungsjahr erschienen die Aedinen bei einer Wasserwärme von durchschnittlich 3° bis 4° C; das Jahr 1956 brachte die ersten Tiere schon bei Höchsttemperaturen um 2° C, obwohl (oder weil?) der Winter bedeutend strenger verlief als 1955. Aus Ergebnissen anderer Forschungen sowohl von zoologischer wie auch botanischer Seite, ist die Stimulation zu beschleunigter Entwicklung und nachfolgender erhöhter Vitalität durch Kälteeinwirkung bei manchen Organismen erwiesen. Die Feststellung bei den Culiciden-Larven deutet auf einen ebensolchen Zusammenhang hin; gleichzeitig beweist sie erneut die Tatsache der zum Schlüpfen einiger Arten notwendigen



Minustemperaturen. HURTER (1926, S. 70) nimmt an, daß die Eier der Aedinen zwar allgemein den Frost nicht als Entwicklungsauslöser brauchen, stützt jedoch die Vermutung, daß die Wintererier diesen Zustand notwendig hätten. Leider läßt sich der Autor nicht näher darüber aus, ob damit alle Eier der verschiedenen *Aedes*-Arten oder eine Eigruppe einer Art, die gleichzeitig auch Sommereier erzeugt, gemeint sind. Die erst lückenhafte Erforschung des gesamten Problems betont PEUS (1950, S. 15) und stellt gleichzeitig die Frage nach Zeit und Tiefe der notwendigen Frostperiode. Viel wichtiger als Laborversuche in diesem Sinne sind intensive vieljährige Untersuchungen natürlicher Verhältnisse im Frühjahr, da die Mitwirkung verschiedenster Faktoren bei diesen Vorgängen in vielen Fällen den nachgebildeten Bedingungen abgeht.

Über thermotaktische Verhaltensweisen liegen unterschiedliche Ergebnisse zwischen den einzelnen Entwicklungsstadien vor. Im Tümpel (A) hielten sich frisch geschlüpfte Larven unter dem Eis, das zur Beobachtung durchsichtig sein muß, in vollem Sonnenschein über dunklem Bodengrund auf. An solchen Stellen war eine um 2° C höhere Temperatur als bei anderen Plätzen zu messen. Zum Atmen, das bei diesen Wärmewerten nicht allzu häufig geschah, kamen die Larven kurzzeitig an die eben eisfreien, sehr schmalen Uferstellen, tauchten aber (wegen der kalten Tauzone?) bald wieder unter an die wärmeren Plätze. Fast die gleichen Beobachtungen waren im Nette-Gebiet zu machen, ebenfalls bei jungen Larven. Am selben Tag konnte dort jedoch ein anderes Verhalten im Wiesentümpel nahe dem Strandbad Kriekenbeck bei Tieren des III. Stadiums bemerkt werden. Die meisten Larven wurden im Schatten oder Halbschatten, nicht an den besonnten Stellen gesehen und gefangen. Diese Tatsache deckt sich mit dem Verhalten, das die Mehrzahl der Culiciden-Larven im erwachsenen Zustand allgemein zeigte: ihre mehr oder weniger große Scheu ließ sie vornehmlich dunkle und versteckte Plätze aufsuchen; kleine, schwer erkennbare Tiere hielten sich dagegen an offenen und damit meist wärmeren Stellen auf, was für sie gleichzeitig wachstumsfördernd wirkte.

Noch ein zweiter Faktor hinsichtlich des taktischen Verhaltens bei *Aedes*-Larven ist zu berücksichtigen: der Freßtrieb. Für junge Tiere besteht die hauptsächliche Ernährungstätigkeit im Einstudeln aller Art von Kleinstplanktern, womit eine Aufenthaltsmöglichkeit im freien Wasser gegeben ist. Erwachsene betätigen sich überwiegend als „Weidetiere“ und werden sich deshalb lieber am Ufer zwischen einhängenden Pflanzen u. ä. oder am Boden aufhalten (siehe auch MARTINI 1931a, S. 230, 231 u. THIENEMANN 1938, S. 318).

Für den Entwicklungszeitraum – vom Schlüpfen der Larve bis zum Schlüpfen der Imago – waren hierzulande min-

destens vier bis fünf Wochen notwendig. Dies betrifft die typischen *Aedes*-Formen im Frühjahr. In dieser Zeit stiegen die Wassertemperaturen durchschnittlich von 3° bis auf 13° C an. Eine so kurze Entwicklung (ca. 11 Sommertage bei günstigen Bedingungen, 21° bis 24° C) wie sie MARTINI (1921a, S. 345) für Aedinen angibt, konnte hier nirgendwo festgestellt werden.

Über den Verschmutzungsgrad der *Aedes*-Brutgewässer liegen verschiedene Angaben vor. Die Mehrzahl der Autoren fand die Larven in ziemlich reinem Wasser. Dies ist eigentlich nicht verwunderlich, denn nach der Schnee- und Eisschmelze, in der Zeit des Massenvorkommens der „Waldmücken“-Larven, sind die Gewässer infolge der sehr geringen Stoffumwandlungsprozesse meist rein. BIRJUKOFF (1927, S. 256) fand jedoch Aedinen in schmutzigerem Wasser als *Culex*-Larven. Ebenso konnten an der Westseite des Tümpels (A) an der Stelle, die von Hausabwässern zeitweise verunreinigt war, *Aedes*-Larven beobachtet werden, wenn ihre Anzahl gegenüber reineren Plätzen auch geringer war. Bis heute liegen aber noch keine genauen Angaben darüber vor, welche Stoffe und in welcher Menge tödlich für die Larven sind. Da die Puppen aller Arten viel unempfindlicher reagieren (KREISEL 1923), ist es sehr wahrscheinlich, daß mit der aufgenommenen Nahrung und nicht direkt von außen die Giftstoffe in den Larvenkörper gelangen.

Zum Abschluß sei eine Beobachtung mitgeteilt, welche die Relativität der Ansicht hinsichtlich der Scheu und passiven Bewegungsunlust der Larven beweist (Ähnliches wurde schon bei der Besprechung der Anophelen erwähnt). Am Tümpel (A) kam es bei mittlerer Windstärke zu einer wechselhaften, böenartigen Drehbewegung der Grenzschicht Luft/Wasseroberfläche. In der Zeit reger Atmung während der Hauptentwicklung wurden die Larven hierdurch beeinflußt. Mitte April, als die Größe des IV. Stadiums die Tiere schon aus einer Entfernung von 2 m und mehr einzeln erkennen ließ, war öfter eine passive Ortsveränderung zu bemerken. Der Wind „schob“ die mit dem Atemsiphon an der Oberfläche hängenden Larven bald hier- bald dorthin, stoßartig und kreisförmig. Die Geschwindigkeit schwankte mehr oder weniger um 10 cm pro Sekunde. In keinem Fall war festzustellen, daß eine Larve wegen solcher Bewegung untertauchte. Entweder empfanden die Tiere von Natur aus dies nicht als Störungsreiz oder – und das ist wahrscheinlicher – der gefahrlose Dauerreiz wirkte auf längere Zeit abtumpfend und blieb so unbeantwortet.

Im Untersuchungsgebiet wurden acht *Aedes*-Arten festgestellt. Darüber hinaus dürften aber nach vergleichenden Forschungsergebnissen von HECHT, MARTINI, PEUS, SCHNEIDER, VOGEL, WEYER u. a. am Niederrhein noch einige andere Formen vorkommen. Auf Ver-

treter folgender Spezies ist dabei m. E. ein besonderes Augenmerk zu richten: *Aedes excrucians* WALKER, *Ae. leucomelas* MEIGEN, *Ae. sticticus* MEIGEN und *Ae. variegatus* SCHRANK. Diese vier Formen paßten in ihrer Biologie – so wie diese bis heute bekannt ist – durchaus in die niederrheinische Landschaft, hätten hier aber – das kann mit Sicherheit behauptet werden – eng begrenzte Territorien mit einer minimalen Populationsgröße besiedelt, oder sie beschränkten sich im Vorkommen auf einige wenige Exemplare, deren Fang Zufall wäre (s. *Aedes vexans*).

### 1. *Aedes cantans* MEIGEN

Wegen der Verwechslungsmöglichkeit und des gemeinsamen Vorkommens mit *Aedes quartus* (s. auch MARTINI 1922, S. 163) war es ungeheuer schwierig, Beobachtungen für beide Arten getrennt vorzunehmen. Es ist durchaus möglich, daß im folgenden Dinge geschildert werden, die zu *quartus* gehören und umgekehrt. Ob dies wesentlich oder unwesentlich ist, mag anderweitig entschieden werden, m. E. treffen die meisten Feststellungen auf beide Arten zu, wie ja schon die große Ähnlichkeit im Äußeren und das gemeinsame Vorkommensgebiet eine nahe Verwandtschaft vermuten lassen.

Im a g o. Die Art zählte hierzulande zu den h ä u f i g s t e n und s t e c h l u s t i g s t e n Culiciden. Während der beiden Untersuchungszeiträume flogen die ersten Imagines jeweils in den ersten Maitagen, obwohl – und das im Hinblick auf die Larvenentwicklung – die Winter- und Frühjahrszeit unterschiedliche Temperaturen hatten. Die Überzahl der Männchen am Anfang der Flugzeit wurde deutlich bemerkt. Schon in den ersten Lebenstagen dokumentierte sich eine Aktivität beider Geschlechter in der Stechfreudigkeit einzelner Weibchen, die bekanntlich, wie z. B. schon EYSELL (1904, S. 6) schreibt, vor dem Blutsaugen begattet sein müssen. Die Mücken zeigten sich häufig in der Nähe niedriger Hecken, die sich entlang der Gärten und Felder zogen und mehr als 200 m vom Wald entfernt waren; hier fielen sie besonders durch ihr Stechen auf; Männchen waren an solchen Orten nur ganz vereinzelt zu sehen. Im Wald – gleich ob Nadel-, Laub- oder Buschwald – war die Art besonders Ende Mai so häufig, daß dichte Wolken von Mücken durch Störung veranlaßt aus niedrigem Kraut aufflogen. Sehr gerne wurden auch die Ränder der Waldungen aufgesucht, welche vom Tageslicht fast voll ausgeleuchtet waren. Zu jeder Tages- und Nachtzeit, ob Sonne, Regen oder Wind konnte man hier während ihres Vorkommens von ihnen zum Stechen angefliegen werden.

Wenn nur einzelne Culiciden-Arten im Untersuchungsraum wandern, so ist sicherlich *Aedes cantans* unter ihnen. HENKEL (1936, S. 28) berichtet von Hildesheim, daß er dort keine Wanderun-



gen feststellte. Was ist aber unter dem Begriff - Wandern - zu verstehen? Auf dieses Problem wurde w. o. schon bei der Gattung hingewiesen. Ein Fortfliegen vom Brutpatz bis zu gut 4 km weiter liegenden Orten kann für *Aedes cantans* am Hülserberg als erwiesen gelten. Um aber zu ganz eindeutigen Ergebnissen in dieser Richtung zu gelangen, ist eine eigene Arbeitsmethodik (u. a. Kennzeichnung der Imagines) und intensive Beschäftigung mit dieser Frage erforderlich. Daß die Art nur an die nächste Umgebung ihrer Brutplätze und benachbarten Wasseransammlungen gebunden ist – wie es ANSCHAU & EXNER (1952, S. 112) für die Steiermark nachwiesen – können eigene Beobachtungen nicht bestätigen (d. h. keineswegs, daß die Mücken an feuchten Orten nicht zur Hauptsache anzutreffen waren!).

Dank der Häufigkeit war bei *Aedes cantans* – neben *Culex pipiens* – als einziger Culicide die Begattung zu beobachten. Am 31. V. 1955 um 18 Uhr befanden sich mehrere Paare in Umklammerung am Rande des „Waldwinkel“-Gebietes. Schwarmbildungen fanden nicht statt. Einzeltiere, die aus den Farnkräutern aufflogen, schlossen sich gleich zu Paaren zusammen – aktiv beteiligten sich nur die Männchen daran – und strebten eher dem offenen Gelände als dem Waldinnern zu. Trotzdem auf diesen letzten, sonnigen und trockenen Maitag mit Nachmittagstemperaturen um 20° C noch viele ähnliche Tage folgten, blieb es bei dieser einen Beobachtung während der ganzen Untersuchungszeit. Ob es in diesem Zusammenhang von etwaiger Bedeutung ist, soll nicht damit behauptet sein – jedenfalls wurden zu dieser Zeit die niedrigsten Feuchteprozent des Jahres gemessen.

Bezüglich der Generationenanzahl ist nicht sicher, ob die Art nur eine Generation hat – wie SCHNEIDER (1913, S. 32) und ECKSTEIN (1920, S. 50) annehmen – oder zwei. Jedenfalls darf die Flugzeit in Ausnahmejahren – z. B. 1956 – für das Niederrhein-Gebiet bis Ende September angesetzt werden; vereinzelt stachen sehr schön gefärbte und frisch aussehende Weibchen noch am 21. IX. 1956. Männliche Tiere waren allgemein schon im August selten.

Larve. Als typischer Vertreter der „Waldmücken“ überwintert *Aedes cantans* als fertige Larve in der Eihülle; so berichtet auch schon SCHNEIDER (1913, S. 31). Nach dem Ende des Winters, Ende März 1955, wurden im Tümpel (A) die ersten Larven bei Wasserdurchschnittstemperaturen um 4° C gefangen. Daß damit ein normaler Reiz zum Schlüpfen gegeben war, dokumentierte sich eindeutig in den unübersehbaren Massen von Larven, die sich vornehmlich an besonnten eisfreien Uferstellen aufhielten.

SCHNEIDER (1913, S. 32) fand die Art mit *Aedes nemorosus*, *Ae. cinereus* und *Theobaldia morsitans* vergesellschaftet.

In den hier untersuchten Biotopen traf dies nicht für *cinereus* zu. Beim Tümpel (A) fielen die ersten Stadien von *cantans* mit dem Puppenstadium von *morsitans* zusammen. In den meisten der untersuchten Gewässer war *Aedes cantans* häufig. Sein regelmäßiger Begleiter war *Aedes quartus*, wie sich später bei der Untersuchung von Fängen und Zuchten männlicher Tiere bestätigte. Bedingterweise können *Anopheles bifurcatus*, *Aedes diversus*, *Culex pipiens* und *Theobaldia annulata* als Mitbewohner von *Aedes cantans* für den Niederrhein gelten. Die beiden ersten Arten gingen in der Entwicklung *cantans* voraus, während die „Hausmücken“-Arten sein Puppenstadium ablösten. Es können sich aber in bestimmten Zeiten die Grenzen der angeführten Arten überschneiden.

Großer Populationen wegen war es sehr gut möglich, vom I. bis IV. Stadium die Larven auf ihre Nahrung hin zu untersuchen. Als die jungen Tiere schlüpften, setzte gleichzeitig die Wasserblüte an den meisten Fundstellen ein. Hierdurch, und da sie noch nicht nach Art alter Larven im Wasser befindliche Gegenstände „abgrasten“, sondern im freien Wasser unausgewählte Partikel einstrudelten, kamen hauptsächlich die Chloroflagellaten in ihren Darm, der infolgedessen tief grün gefärbt im hell-glasigen Larvenkörper durchschien. Die Untersuchung beim I. und II. Stadium ergab einen in kugelartiger Anordnung den Darm füllenden Brei. Es ist im einzelnen noch ungeklärt, wie sich der Larvenorganismus der gefressenen Stoffe als Nahrung bedient; ebenso wie aufgenommen, vielleicht etwas kompakter als am Darmbeginn, verließ der Nahrungsbrei wieder die Larve. M. E. wird von der großen Freßmenge nur ein kleiner Teil „assimiliert“, der bei der dauernden Strudeltätigkeit offenbar ausreicht, um der Larve Leben und Wachstum zu gewährleisten. Etwa alle 20 bis 30 Minuten hatte bei einer frisch geschlüpften Larve und niedriger Temperatur ein Darmfüllpartikel von mehr oder weniger 15  $\mu$  Durchmesser den ganzen Traktus passiert.

Bei mikroskopischer Betrachtung bot sich das Bild einer reich mit Vorticellen besetzten Culicide und dies gleich bei den ersten, drei Tage alten Tieren. Vor allem der Kopf, die letzten Abdominalsegmente und die Atemöffnung waren von ihnen besetzt. Diese Erscheinung, die auch bei anderen Arten beobachtet wurde, wirkte sich offenbar in keiner Weise negativ auf die Wirtstiere aus. Die Entwicklung – vom Ei zur Imago – in ca. 35 Tagen und bei Wassertemperaturen zwischen 5° und 12° C kann als durchaus normal angesehen werden. Auch später im Jahr (April/Mai) waren bei allen Entwicklungsstadien Vorticellen zu finden, jedoch nicht in der großen Zahl wie im zeitigen Frühjahr. Andere Ektoparasiten wurden nicht beobachtet.

Sowohl der Tümpel (A) als auch einige Fundorte des Nette-Gebietes zeigten starke Verschmutzung. Dies schien den *cantans*-Larven aber keineswegs abträglich zu sein. Über die Untersuchungen chemischer Art möge man sich bei den bereits beschriebenen Brutstellen unterrichten; so vor allem für den Tümpel (A) in Tabelle IV.

## 2. *Aedes cinereus* MEIGEN

Im Nette-Gebiet kam die Art in mäßigen Mengen vor, und bei der Waldwinkelkuhle am Hülserberg konnten erst im August/September 1956 zwei Weibchen, als sie zum Stechen anflogen, erbeutet werden. Bei der Betrachtung der Charakteristik der Fundorte scheinen Zusammenhänge mit der Art *Aedes punctor* vorzuliegen; deren Häufigkeit verhielt sich ebenso wie die von *cinereus*. Die Gründe sind m. E. im Säuregrad der Brutgewässer zu suchen. KREUZER (1945, S. 987) kam zu ähnlichen Feststellungen.

Imago. Bei flüchtiger Betrachtung sind die Imagines u. U. mit denen von *Culex pipiens* zu verwechseln. Man wird aber durch stechende Weibchen sofort aufmerksam, da die „Hausmücke“ nicht entfernt eine derartige Blutgier zeigt. Eine besondere Bevorzugung verschiedener Körperhöhen beim Anfliegen zum Stechen, je nach dem Feuchtigkeitsgehalt der Luft über dem Boden, wie es MARTINI (1924, S. 444) erfahren hat, wurde nicht bemerkt. In der prallen Nachmittagssonne trockener Tage wie auch im Regen flogen die Weibchen Kopf und Beine an.

Mitte Juni 1955 wurden im Nette-Gebiet wenige Imagines gefangen. Die Tiere saßen hier im niedrigen Erlenbruchwald am Übergang zum Schilfgürtel des Glabbacher Bruches.

Allein der Fundort im Hülserbruch-Gebiet stimmte in etwa mit der Feststellung von BRITZ (1955, S. 68) überein, daß *Aedes cinereus* in Leipzig eine mehrbrütige Mücke des offenen bzw. halboffenen, wiesenartigen Geländes ist. Auf der Waldwinkelkuhle flogen einmal (August) um 14 Uhr im hellen Sonnenschein, ein anderes Mal (September) um 17 Uhr bei trübem Wetter zwei Mücken zum Stechen an. Die beiden Aedinen konnten gleich als zu *cinereus* gehörig erkannt werden, da sie an Stechlust selbst *Aedes cantans* und *Ae. quartus*, den hiesigen lästigsten Plagegeistern, nicht nachstanden. Durch ihre geringe Größe und Behendigkeit im Fliegen waren sie letzteren noch überlegen.

Larve. Am Hülserberg fanden sich bisher nirgendwo Larven. Es ist aber sehr wahrscheinlich, daß sie in der Waldwinkelkuhle selbst vorkamen – wie auch der Fang der zwei Imagines vermuten läßt. Die Suche nach Larven im Nette-Gebiet erzielte ebenso, selbst an geeignet erscheinenden Brutplätzen, kein Ergebnis.



### 3. *Aedes diversus* THEOBALD

I m a g o. Es gelang nicht, fliegende Mücken dieser Art irgendwo in der Beobachtungszeit zu erbeuten. Sie hätten dem Larvenvorkommen nach lediglich im Bereich des Hülserberges angetroffen werden können. Imagines liegen nur aus Zuchten vor. In früheren Jahren muß *diversus* wenig aufgefallen sein, denn MARTINI (1923, S. 129) fand ihn zuerst nicht in Hamburg, und SCHNEIDER (1913) erwähnt ihn auch nicht von Bonn. An anderem Ort hatte MARTINI (1924, S. 438) über die Art: „merkwürdig oft an neuen Plätzen oder fehlt an denen, wo man sie im Jahre vorher gefunden hatte“, geschrieben. Später jedoch wird sie vom gleichen Autor auch für Deutschland als häufig bezeichnet (1931a, S. 280). M. E. scheint nach all diesem noch eine ziemliche Unkenntnis über *Aedes diversus* hinsichtlich seiner speziellen Verbreitungsgebiete vorzuliegen.

Die B e s t i m m u n g der aus Larven gezüchteten Stücke machte nicht die geringste Schwierigkeit. Die Mücken unterschieden sich in mehreren groben Merkmalen von den anderen Aedinen. Vor allem fiel ihre Größe selbst gegen *cantans* und *quartus* auf. Für die fragliche Trennung gegen *punctor* und *nemorosus*, die Arten, welche zusammen mit *diversus* ähnliche Beinzeichnungen und -färbungen haben können, war die unterschiedliche Größe entscheidend, denn alle Mücken von *cantans* und *quartus* waren bei weitem nicht so plump und schwerfällig groß wie *Aedes diversus*. Obwohl alle drei Formen im Fehlen einer Tarsenringelung miteinander zum Verwechseln harmonierten, hatte *diversus* darüber hinaus eine pechschwarze Beinfarbe, besonders an den Endgliedern. Dieses Merkmal ließ die Culicide bei den Mischzuchten verschiedenster Arten auf den ersten Blick als *diversus* erkennen. Außerdem zeigte die Abdomenbeschuppung bei den Tieren an den ersten Segmenten deutlich die von MARTINI (1931a, S. 277) beschriebene Ausbildung einer tergitalen medialen Längslinie, die bei keiner anderen *Aedes*-Art bemerkt wurde. Vom Hypopyg, ebenso einmalig in der Bauart, ist die „domförmige“ (MARTINI) Anordnung eines dichten Borstenbüschels über seinem Basalteil und die S-förmige Gestalt des Greifhakenendgriffels als sehr typisch hervorzuheben.

L a r v e. Von allen *Aedes*-Larven fanden sich als erste *diversus*, welche mit *Anopheles bifurcatus* und *Theobaldia morsitans* zusammen im grabenartigen Verlängerungsteil des T ü m p e l s (A) während der ersten Monate im Jahre 1955 vorkamen. Hier konnte die Art außer dieser Zeit nicht mehr beobachtet werden; es kann sein, daß durch die Fangtätigkeit die sehr kleine Population noch mehr zurückging.

Anfang April 1956 ließen sich 150 m vom Tümpel (A) entfernt in einem mit Wasser nur 8 cm hoch gefüllten Graben wenige Larven im

III. und IV. Stadium von *Aedes diversus* zusammen mit *Aedes cantans* und *Ae. quartus* beobachten. Es handelt sich dabei nicht um einen natürlichen Ort, sondern um eine ausbetonierte Bahnunterführung. Drei Wochen später war dort alles Wasser verdunstet, so daß im Hinblick auf die derzeitigen Temperaturen zu befürchten ist, daß die Larven nicht mehr zur Puppe, sicherlich nicht zum Schlüpfen der Imago kamen.

Aus einem Wiesengraben in der Umgebung von Moers konnten Anfang Mai 1956 mehrere Larven des II. bis IV. Stadiums erhalten werden.

Bei der Gegenüberstellung des Fundortes am Hülserberg mit dem bei Moers ergibt sich ein Unterschied, der trotz der Tatsache, daß es sich hier um zwei verschiedene Jahre handelt, zum Vergleich geeignet erscheint: im Tümpel (A) ausgewachsene Larven und Puppen, im Wiesengraben junge und alte Larven. Für den Tümpel ist eine Überwinterung der *diversus* als Larve anzunehmen, denn wie könnten sonst im Januar III. und IV. Stadien zu erklären sein. Bei der Stelle nahe Moers sind zwei Deutungen möglich. Einmal können die II. Stadien von Eiern stammen, welche die Imagines, aus überwinternden Larven geschlüpft, schon abgelegt hatten. Aus solchen jungen Stadien würde also später die zweite flugfähige Generation des Jahres geschlüpft sein. Die andere Deutung scheint wahrscheinlicher: das Frühjahrshochwasser spülte hoch liegende Eier in den Graben, und diese wären also schon im Herbst geschlüpft, wenn sie vor dem Winter überflutet worden wären.

Zur Bestimmung der Larven sind zur Unterscheidung gegen ähnliche Arten mit unfehlbarer Sicherheit die drei Dorsalhaarpaare des Atemrohres heranzuziehen, außerdem – zur Abgrenzung der den *diversus* ähnlichen Larven von *Aedes refiki* MEDJID – die weitgestellten Zähne jenseits des Atemrohrhaares. WESENBERG-LUND's Behauptung (1943, S. 472), die Larven wären an ihrer kohlschwarzen Farbe sofort kenntlich, kann für hiesige Tiere nicht bestätigt werden. Einmal waren frisch gehäutete Stücke in 99 %, der Fälle immer besonders hell gefärbt, zudem wurden auch Tiere des IV. Stadiums einen Tag vor der Verpuppung mit hell gelb-grüner Farbe gefangen. Vielleicht besitzen typische Formen aus Dänemark die beschriebene Dunkelfärbung, die den Autor zu seiner Annahme veranlaßten. Bei den Tieren des Tümpels (A) hatte eines eine sattelartige Ausfärbung. Die im ganzen mitteldunkle Larve des IV. Stadiums hatte das 4. und 5. Abdominalglied auffallend hell gefärbt, fast ohne jegliche Pigmentierung.

#### 4. *Aedes nemorosus* MEIGEN

Imago. Die Form gehörte hier zu den mittelmäßig häufigen Culiciden. Erst im Mai 1956 gelang es, die erste Imago im Netzegebiet zu fangen. Es konnte eine sehr große Menge nahe der Stelle erbeutet werden, die allein von *nemorosus*-Larven besiedelt vorgefunden wurde (s. S. 53). Weiter als im Umkreis von 100 m war keine Imago der Art mehr anzutreffen. Die Verteilung der Tiere im freien Gelände und im Kiefernwald war gleichmäßig, eher aber überwog die Anzahl im Wald.

Im Hülserbruch-Gebiet verlief die Suche nach der Art ergebnislos.

Die während des Vorkommens von *Aedes nemorosus* zum Stechen anfliegenden Mücken gehörten stets anderen Arten an.



Abb. 18. Hypopyg von *Aedes nemorosus* (70 : 1).



SCHNEIDER (1913, S. 38) schreibt jedoch, daß *nemorosus* gern den Menschen sticht.

Bei der Bestimmung ist darauf zu achten, daß das Hypopyg von *Aedes nemorosus* dem von *Aedes punctor* z. T. ähnelt. Obwohl die Claspettenanhänge bei Tieren letzterer Art hier ziemlich variabel ausfielen, zeigten die von *nemorosus* doch ein wesentlich anderes Bild. Die Unterschiede kommen beim Vergleich der Zeichnung bei



Abb. 19. Hypopyg von *Aedes punctor*.

MARTINI (1931a, S. 306, Textfig. 346) und Abbildung 18 mit den Abbildungen 19 und 20 trefflich zum Ausdruck. Der Claspettenstamm ist bei *nemorosus* bedeutend schlanker und länger und die Anhänge im Präparat pergamentartig dünn erscheinend, während bei *punctor* kräftige feste Haken zu sehen sind.

Larve. An den Brutstellen, wo *Aedes nemorosus* angetroffen wurde, war er allen anderen mit ihm vorkommenden Formen



Abb. 20. Hypopyg von *Aedes punctor* (70 : 1).

an Zahl weit unterlegen. Gewöhnlich lag das Verhältnis bei 1 : 30. Nur in der außerordentlich flachen Wassermulde im Nette-Gebiet („Heidepfütze“) konnten die Larven durchschnittlich bis zu 6 Stück auf 1 qcm beobachtet werden. Der großen Anzahl gut aussehender Tiere nach müssen dort reichlich Nährstoffe vorhanden gewesen sein. Die Überwinterung fand an diesem Ort wohl ausschließlich im Eistadium statt. Für eine Wasserfüllung vor der Kältezeit waren der Herbst und erste Winterzeit 1955/56 zu trocken. Zudem hätten die vor der Frostzeit geschlüpften Larven das sehr starke Einfrieren, wie es überall hier 1956 geschah, in dem flachen Kleingewässer nicht lebend überstanden; andernfalls würden die Tiere, wenn sie nach dem Tauwetter schon halbwüchsig gewesen wären, zur Besuchszeit schon im Puppenstadium gewesen sein (beachte die Wassertemperaturen S. 53). Puppen wurden aber erst bzw. schon

im April angetroffen, denn neben *diversus* war *nemorosus* im Untersuchungsgebiet die am ehesten schlüpfertige *Aedes*-Art.

Zwischen den Formen *nemorosus* und *cantans* soll nach den Untersuchungen SCHNEIDER's (1913, S. 39) große Ähnlichkeit bestehen, sowohl im Habitus als auch im jahreszeitlichen Vorkommen. Hier wurde in den Beobachtungsgebieten höchstens eine Andeutung dieser Feststellung wahrgenommen. Verwechslungen zwischen beiden Arten waren gänzlich ausgeschlossen, allein schon bei der Betrachtung einzelner Striegeldornen. Wenn *Aedes nemorosus* mit *Ae. cantans* in gleichen Verhältnissen angetroffen wurde, so war dies ebenso der Fall wie beispielsweise *Aedes diversus* und *Theobaldia annulata* im Tümpel (A), Frühjahr 1955. Man kann daraus m. E. keine Gleichartigkeit folgern, wie es bei SCHNEIDER geschieht. Dann ist nach eigenen Befunden schon eher MARTINI (1921a, S. 347) recht zu geben, der entwicklungsmäßig die Art mit *Theobaldia morsitans* und *Anopheles bifurcatus* vergleicht. In allen Gewässern, die sowohl *nemorosus* wie *cantans* beherbergten, war durchweg ein fortgeschritteneres Wachstum ersterer gegenüber *cantans* festzustellen. An diesem Größenunterschied wurde schon makroskopisch *Aedes nemorosus* erkannt. Es scheint außerordentlich wahrscheinlich, daß die im zeitigen Frühjahr vereinzelt angetroffenen großen Larven den Winter im Larvenstadium überdauert haben; GALLI-VALERIO (1924, S. 310) machte schon diese Beobachtung. SCHNEIDER (1913, S. 38) will jedoch nur ein Überwintern der Eier für möglich halten.

Außer den soeben geschilderten Einzelheiten fiel *Aedes nemorosus* nirgendwo als besondere Art unter anderen *Aedes*-Arten auf. Vielfach war sie mit *Aedes punctor* vergesellschaftet, denn beide Formen lieben das saure Milieu.

##### 5. *Aedes ornatus* MEIGEN

Die Unterschiede, welche diese Art von allen anderen Aedinen trennen, beziehen sich beinahe ausschließlich auf die Larven. Die geflügelte Mücke teilt mit allen anderen *Aedes*-Imagines denselben Lebensraum und hat deshalb keine grundsätzlich andere Biologie.

Im a g o. Obwohl die Larvenanzahl verhältnismäßig größer war als z. B. die der vorigen Art, gelang es nicht, mehr als sechs Imagines von *ornatus* in Freiheit zu sehen. Es waren ausschließlich weibliche Tiere; eins machte sich mit einem Stich durch den Strumpf in den Fußknöchel – allgemein ein sehr beliebter Saugort der Mücken – bemerkbar.

Aus dem Zahlenverhältnis zwischen angetroffenen Imagines und Larven läßt sich deutlich die Schwierigkeit ersehen, aus der Anzahl fliegender Mücken auf die Häufigkeit der Art zu schließen. Trotz intensiver Suche im „Waldwinkel“-Gebiet konnten eigentlich nur zwei



Imagines festgestellt werden und eine auch nur mit Hilfe ihres Blutdurstes. Vier Mücken waren mit zum Larvenbiotop zu rechnen, da sie beim Schlüpfen aus der Puppenhülle entdeckt wurden.

Eine einzige derartige Beobachtung konnte am 11. VII. 1955 um 8.15 Uhr in der Dendrotelme (N) gemacht werden. Fast in der dunkelsten Ecke der beinahe trockenen Höhle saß in 5 cm Höhe vom Boden ein *ornatus*-Weibchen an der senkrechten Wand. Während einer viertel Stunde störungsfreier Betrachtung geschah nicht die geringste Lebensäußerung seitens der Mücke, mit Ausnahme des Kreisens des dritten Beinpaars. Das Abdomen war weder dick noch dünn, so daß anzunehmen ist, daß sich das Tier zur Eiablage, die schon vorbei sein mochte, in der Höhle aufhielt. Vielleicht aber benutzte die Imago den Ort als Versteckplatz. Eier konnten später nicht entdeckt werden.

*Aedes ornatus* – so läßt sich aus dem wenigen folgern – zeigt sich hier als eine versteckt lebende und nicht sonderlich angriffslustige Culicide. MARTINI (1931a, S. 315) beschränkt sich im LINDNER für die Imago auf eine einzige Mitteilung: sie sei im Wald oft zudringlich und selbst am Tage sehr blutdurstig.

Larve. Bei den Larven sind weitgehende Anpassungen an den jeweiligen Lebensraum, ausschließlich Baumhöhlengewässer, vorhanden. Schon die starke Periodizität eines solchen Kleingewässers erfordert zur Erhaltung der Art besondere biologische Eigenschaften. Daß diese u. U. nicht wenig differenziert sein können, ersieht man aus der geringen Artenzahl baumhöhlenbewohnender Culiciden: in den gemäßigten Zonen nur *Anopheles nigripes* und *Aedes ornatus* (evtl. noch *Culex pipiens* und *Orthopodomyia albionensis* Mc GREGOR).

Als dendrolimnicole Culicide ist *Aedes ornatus* nicht so sehr dem Einfluß, der von Zivilisation und Kultur auf den Wasserhaushalt einer Landschaft ausgeübt wird, unterworfen wie andere Arten. Dort, wo sich Wald auch in kleinen Beständen findet, wird die Culicide stets v o r k o m m e n. In 50 von 100 wasserführenden Baumhöhlen wurden im zeitigen Sommer Larven und Puppen angetroffen. In dem nahezu täglich besuchten Baumhöhlenbiotop (N) konnten knapp 40 Wochen lang im Jahre 1955 Larven bzw. Puppen beobachtet werden.

Für ein Durchschnittsjahr lassen sich nach vorsichtigen Schätzungen als P r o d u k t i o n der Dendrotelme (N) etwa 150 bis höchstens 200 Mücken annehmen. Die gesamte Population kann aber vernichtet werden, wenn, wie es vor der Hauptentwicklung 1955 bei (N) geschah, durch größere Tiere (Rehe) die Höhle leer getrunken wird. Höher gelegene Brutstellen werden von solchen Großkatastrophen natürlich nicht so leicht betroffen; schlimmstenfalls benutzen Vögel sie als Bade- und Trinkstellen. Die beiden anderen Baum-

höhlen (P) und (T) hatten wesentlich geringere Produktionszahlen. Den Larvenmengen nach waren sie auf höchstens 80 Tiere bei (P) und 50 bei (T) zu schätzen.

Sehr anschaulich wird die Anpassungsfähigkeit der Art bei der Betrachtung der klimatischen und chemischen Faktoren ihres Milieus. (Die Arbeitsergebnisse in mehr hydrographischer Hinsicht sind Seite 14ff. dargestellt.).

Zuerst sei die Temperatur, das wichtigste klimatische Element des Lebensprozesses, erwähnt. Die größte Schwankung der Wassertemperatur in der Baumhöhle (N) zur Zeit der Massenentwicklung der Larven betrug 5 °C zwischen 8 und 17 Uhr, die kleinste Differenz 0°; die größte Lufttemperaturschwankung am entsprechenden Tag war 8 °C, die geringste 2 °C. Man wird dem entgegen halten, daß die Nachttemperaturen unberücksichtigt sind. Doch ist hier nochmals darauf hinzuweisen, daß bei den Messungen an den Untersuchungsorten (Wetterwarte - Baumhöhle) im Mai/Juni einer größten Amplitude von 8 °C Luft eine größte von 5 °C Höhlenwasser entsprach. An der betreffenden Stelle wurde zu der Zeit keine nächtliche Schwankung von 8 °C zwischen Abend (17 Uhr) und Morgen (8 Uhr) überschritten.

Die Höhle (P) hatte trotz verschiedener anderer Eigenschaften keine wesentliche Abweichung von dem soeben dargestellten Beispiel (N).

Im Biotop (T) waren die Larven relativ schnellwüchsiger als in den beiden anderen Höhlen. Obwohl sehr wenig Nahrungsstoffe zur Verfügung standen, erreichte die Generationenzahl in (T) eine höhere Quote als in den beiden Hainbuchenhöhlen. Die Folgerung daraus bedeutet einen größeren Einfluß der Temperatur z. B. gegenüber der Nahrung. Während in der Dendrotelme (N) *ornatus*-Larven bis zum Gefrieren des Wassers beobachtet werden konnten, war das in (T) wie auch in der Höhle (P) nicht der Fall. In der Birkenbaumhöhle wurden die meist jungen, durch die Herbstniederschläge aus ihren Eiern hervorgelockten Larven bei der Austrocknung vor dem Winter vernichtet.

Extremverhältnisse, zwar interessant, aber für die Arterhaltung von zweitrangiger Bedeutung, hat ROHNERT (1951, S. 487ff.) beschrieben. Von eigenen Beobachtungen ist lediglich ein Spezialfall zu schildern, der für die Überwinterung als Larve von erklärender Bedeutung sein mag. Am 6. I. 1956 hatte die Eisdecke in der Baumhöhle (N) in der hinteren Ecke eine kleine Öffnung von 1 cm Durchmesser. Dort bewegten sich, der Temperatur entsprechend in langsamem Rhythmus, die wenigen *ornatus*-Larven in einer ähnlichen Schlängelbewegung wie bei *Mansonia richardii* beschrieben. Es sind hierzu zwei Deutungsmöglichkeiten gegeben. Einmal können die

Tiere damit ein Zufrieren der Stelle bei nicht allzu starker Kälte verhindern, zum anderen eine Sauerstoffanreicherung des unter der Eisschicht befindlichen derzeit  $O_2$ -armen Wassers bewirken. Ein nächtliches Einfrieren bei Temperaturen knapp unter  $0^\circ$  überstanden die Larven ohne Schaden.

Während der Untersuchungszeit war *Aedes ornatus* immer bestrebt, als Larve zu überwintern. Die Arbeitsergebnisse älterer Autoren zeigen jedoch, daß die Mücke im Eistadium die Kältezeit übersteht. MARTINI (1923, S. 129) meint aber schon 1923, daß die Art „z. T. als Larve überwintert“. BÜTTIKER (1948, S. 10) macht die Mitteilung, die winterliche Diapause wird meist im Larvalstadium unternommen. M. E. werden außerdem zusätzlich immer auch Eier die Frostzeit überdauern; nach den Untersuchungsergebnissen hat die strenge, wenn auch relativ kurze Kälteperiode der Winter beider Jahre die bis dahin lebenden Larven alle getötet.

Hieran anschließend ist auf die keineswegs eindeutigen Beobachtungsergebnisse hinsichtlich der Schlüpfbedingungen von *ornatus*-Eiern hinzuweisen, die MARTINI (1921b, S. 120 u. 1931a, S. 315) erwähnt. Niedrige Temperaturen sind für das Schlüpfen nicht erforderlich, denn wie hätten sonst hier in jedem Sommer Larven des I. Stadiums vorkommen können. Auch APFELBECK (1931, S. 54) fand – zwar in Jugoslawien – die Larven „ohne Unterschied das ganze Jahr hindurch“. Wenn bei MARTINI (l. c.) keine Tiere aus vor Januar ins Wasser gebrachten Eiern schlüpften, so werden m. E. die Laborbedingungen natürlichen Umständen widersprochen haben.

Wie verhält es sich nun mit den chemischen Faktoren? Das gleiche Regenwasser kann in den Baumhöhlen in kürzester Zeit die verschiedensten Eigenschaften annehmen. Alle drei von *ornatus* bewohnten Dendrotelmen wiesen diesbezügliche Unterschiede auf.

Die Höhle (N) hatte Schwankungen der Wasserstoffionenkonzentration während der Larvenentwicklungszeit von pH 4,9 bis pH 7,0; die Höhle (P) zeigte innerhalb der kurzen Besiedlungszeit mit Culiciden Übergänge von pH 5,0 bis pH 6,6; in der Höhle (T) hatten die Larven eine pH-Wert-Differenz von 4,1 bis 6,2 zu ertragen. Die letzte Dendrotelme (Birke) konnte nach Regenfällen um einen ganzen Wert saurer werden durch das über die Rinde in die Höhlung fließende Wasser.

Für die Messungen quantitativer chemischer Untersuchungen liegen vom Jahr 1955 Umstände halber nur Teilergebnisse vor. Bestimmungen der Gesamthärte von (N) ergaben im Herbst (IX—XII.) einen Anstieg von  $6,4^\circ$  auf  $11,5^\circ$  DH, bedingt durch den Laubfall. Nach der Schneeschmelze 1956, als die ersten Larven des Jahres aus ihren Eiern schlüpften, waren minimale Werte zwischen  $6^\circ$  und  $7^\circ$  DH vorhanden; bis Anfang Mai wurde ein Anstieg bis zu



15° DH gemessen. Wie anders das aber, je nach Ort und Art der Höhle, sein kann, zeigten die Zustände des Biotops (P), der jedoch in diesen Monaten ohne *ornatus*-Larven war (s. S. 28). Was die Birkenbaumhöhle (T) angeht, so reichte, wie w. o. schon bemerkt, deren Wasserfüllung in der Zeit der Besiedlung für quantitative Messungen nie aus. Im Jahre 1956 verlief das Steigen und Sinken der Werte für die Gesamthärte analog den Schwankungen der anderen Höhlen (N) und (P); die Amplitude war jedoch geringer. Anfang Mai betrug die Gesamthärte maximal 8,2° DH und fiel allmählich bis Juli/August auf nahe 2° DH ab.

Das Säurebindungsvermögen, gleichzeitig die durch Karbonate gebildete Härte, war bei den Dendrotelmen (N) und (P) in den heißen Sommermonaten am höchsten. Im Jahre 1955 wie 1956 wurden SBV-Werte zwischen 4 und 8 gemessen, was einer Karbonathärte von 11° und 22° DH entsprach. Zum Jahresende hin nahmen die Werte immer mehr ab: bis zum Oktober 1955 SBV ca. 1 und KH ca. 3° DH. Der Anstieg des SBV-Wertes in der Höhle (T) begann Ende Mai (1956) und erreichte Ende Juli einen Höchstwert von 0,9, entsprach KH 2,5° DH.

Schwefelwasserstoff, Ammoniak und der Gehalt an organischen Stoffen schwankten ihrer Menge nach zur Hauptentwicklungszeit des *Aedes ornatus* bei den drei besagten Höhlen nicht besonders. In (N) hielt sich der Gehalt an Schwefelwasserstoff den größten Teil des Jahres hindurch in Spurenmengen, doch bei einsetzendem Laubfall im Herbst bildete sich in einer Woche soviel, daß durch Übersättigung Schwefel ausfiel. Zu dieser Zeit waren etwa vier Larven in der Baumhöhle. Die mikroskopische Betrachtung der Tiere zeigte sie wie mit weißen Schimmelpilzen überzogen. Die Thoraxborsten hatten den stärkeren Besatz von „Ektoparasiten“.

Bei letzteren ließen sich verschiedene Organismen unterscheiden: eine Schwefelbakterienart mit deutlich eingelagertem Schwefel, eine Oscillatorien-Form und eine kleine Cyanophyce, die vermeintlich auch eine S-Einlagerung zeigte. Die Larven erweckten den Eindruck, als ob sie in ihrer Bewegung behindert wären, jedenfalls waren sie zur Zeit des Befalls bedeutend träger in ihrer Schwimmweise als in früheren Monaten; genau läßt sich dies nicht beurteilen, da ja auch die Temperatur in den Monaten um Jahresmitte eine andere war. Bei der Häutung der Tiere wurde gleichzeitig der „Aufwuchs“ abgeworfen, doch sehr bald war die neue Haut ebenso „verpilzt“ wie die vorige. Von einem krankhaften Zustand soll bei dieser Art des Parasitismus nicht die Rede sein.

In den beiden anderen Höhlen (P) und (T) waren während der kurzen Besiedlungszeit mit *ornatus*-Larven nur minimale Mengen Schwefelwasserstoff vorhanden.

Der Ammoniakgehalt unterlag größeren Schwankungen als der des Schwefelwasserstoffs. Am geringsten war er zur Massenentwicklungszeit von *Aedes ornatus*. Die große Menge der  $\text{NH}_4$ -Verbindungen von Anfang September bis Ende Oktober hinderte die Entwicklung der zu dieser Zeit wenigen Larven nicht – auch wenn nur etwas Wasser in den Höhlen war; ebenso wurde ihr im Spätherbst und Winter auf dem jeweiligen Stadium bleibendes Weiterleben nicht merklich gestört. Obwohl der Ammoniakgehalt gegenüber anderen Brutbiotopen allgemein außerordentlich hoch war, konnte nie der typische Ammoniakgeruch deutlich wahrgenommen werden; das Ammoniak wird sich im Baumhöhlenwasser meist in Form von Ammoniumsalzen vorfinden. Inwieweit diese Salze auf Culiciden-Larven – insbesondere dendrolimnetobionte Arten – schädigend wirken, ist bis heute nur ungenau bekannt.

Daß die Anwesenheit organischer Stoffe und damit verbunden ein Sauerstoffdefizit für Culiciden-Larven praktisch ohne große Bedeutung ist, lehrten die Beobachtungen, die Mitte Oktober und Anfang Dezember in der Dendrotelme (N) zu machen waren. Beim ersten Termin stieg der Gehalt von Stärkestufe 0 in fünf Tagen auf Stärke 3; beim zweiten Zeitpunkt fiel die Menge von Stufe 2 in sieben Tagen auf Spurenmengen. In beiden Fällen wurden Zeitberechnungen mit der Uhr zur Ermittlung der Atmungshäufigkeit gemacht. Diese erwiesen, daß *ornatus*-Larven im erwachsenen Zustand bei starkem Gehalt organischer Stoffe nicht bedeutend mehr bzw. nicht weniger atmosphärische Luft brauchten – unter Berücksichtigung der jeweiligen Temperaturverhältnisse – als bei geringem.

Belichtung und Sonneneinstrahlung wirkten sich u. a. indirekt für die Larven der Baumhöhlen aus, insofern, als autotrophe Planktonorganismen in großer bzw. kleiner Anzahl auftraten. Sie waren sowohl direkte Nahrungslieferanten für die Stechmückenlarven als auch für die Organismen, die von dem organischen Detritus der grünen Plankter lebten. Bei Darmuntersuchungen von *ornatus*-Larven waren die chlorophyllhaltigen Organismen gegenüber den ungefärbten in der Minderzahl. U. a. fanden sich farblose Ciliaten, bestachelte und beborstete *Halteria*-Arten, Flagellaten sowie Bakterien. Die in den Fäkalien der Larven gefundenen Chlorophyceen zeigten, wie schon anderweitig beobachtet, keine Einbuße ihres Chlorophyllfarbstoffes.

In der Dendrotelme (T) weideten die *ornatus*-Larven in sehr starkem Maße die Höhlenauskleidung ab. Bei heftigen Regenschauern wurde vom die Höhle füllenden Wasser eine pergamentartig dünne Kahmhaut, die sich auf der feuchten Höhlenwand oberhalb des Wassers ausgebildet hatte, abgehoben und auf der Wasseroberfläche sichtbar. Zu dieser Zeit hingen die *Aedes*-Larven fressend an

der Haut, derartig, wie es schon MARTINI (1931a, S. 315) beschrieben hat. Das meist kristallklare Wasser in (T) war fast immer frei von Protozoen und Protophyten, während es in der großen, mit fauligem Wasser gefüllten Höhle (P) zur Massenentwicklung von Sapropelbewohnern kam. Bei mikroskopischen Analysen ergab sich das Bild, wie es schon Seite 30 beschrieben ist. Einige der dort aufgezählten Organismen – meist die etwas weniger aktiven und unbeweglichen Formen – waren in den Därmen der Larven aus der Höhle (P) vorhanden.

Im August wie auch in späteren Monaten 1955 und 1956 wurden frisch geschlüpfte Larven in unregelmäßigem Auftreten beobachtet. ECKSTEIN (1920, S. 53) spricht von mehreren Generationen im Jahr und hat damit zweifellos recht. Darüber hinaus sei aber in Fortführung dieses Gedankens festgestellt, daß *Aedes ornatus* eine vollkommen unregelmäßige Generationenfolge hat, die allein von der Zahl und Menge der Regenfälle abhängig ist. Noch immer aber bleibt die Frage offen: warum schlüpfen nicht alle Larven aus den durch Herbstregen in die Baumhöhlen eingeschwemmten Eiern vor dem Winter? Nur zwei I. Stadien schwammen in Höhle (N) im Dezember 1954. Warum schlüpfte die Masse der Larven – Verf. beobachtete etwa 100 I. Stadien Ende März 1955 – erst nach der Frostperiode, nach der noch keine Imagines, die eine Eiablage vollzogen hätten, vorhanden sind?

Mehrfach ist bekannt geworden, daß man nach längerer Trockenzeit und erneuter Wasserfüllung Baumhöhlenlarven beobachtet haben will, welche die ungünstige Zeit im Schlamm der Höhle verbrachten. Von einer eigenen Beobachtung ausgehend kann diese Annahme nur begrenzt und von speziellen Faktoren abhängig für möglich gehalten werden. Am 23. August 1955 hatte die Höhle (N), in der sich Larven IV. Stadiums befanden, einen etwa 2 cm hohen freien Wasserraum, dessen Wasser in weniger als zwei Tagen verdunstet war. Am 30. desselben Monats füllten Regenfälle die Baumhöhle halb voll. Obwohl in der Zwischenzeit der Bodenschlamm stets feucht geblieben war, konnte keine der erwachsenen Larven mehr entdeckt werden, sondern nach einem Tag erschienen einige frisch geschlüpfte Larven.

Vergesellschaftet mit *Aedes ornatus* fand sich nur *Culex pipiens* von Anfang Juli bis Mitte September 1955 als Larve in der Höhle (P).

Ein Trennungsmoment gegenüber anderen Culiciden-Larven fiel bei der makro- und mikroskopischen Betrachtung von *ornatus* besonders auf: die Art hat eine dichtere bzw. „pelziger“ erscheinende Beborstung als alle anderen untersuchten Aedinen. Daher kam es häufig vor, daß sich den Larven Detrituspartikel auf die Borsten



spießten, welche manchmal eine Bewegungsbehinderung verursachten.

*Aedes ornatus* zeigte als Larve ein viel empfindlicheres Reaktionsvermögen als alle anderen beobachteten Culiciden. Die Tiere erschrecken sehr leicht beim Herantreten an die Baumhöhlen, vor allem bei der geringsten Überschattung. War die Temperatur niedrig, so konnte man oft mehr als 60 Minuten warten, ehe sie wieder auftauchten. Doch auch im Juli bei Wärmewerten um  $11^{\circ}\text{C}$  hielten sich die ausgewachsenen Larven nach dem Abtauchen 15 Minuten am Boden, I. und II. Stadien dagegen kamen schon sehr bald zur Atmung wieder hoch.

Die Größe und eigenartige Form des Biotops (P) vermitteln eindeutig die Beobachtung einer Reizumstimmung hinsichtlich Temperatur und Gefahrenschutz von jungen Larven zu älteren. Der geringe Wärmeunterschied – besonders bei Sonneneinstrahlung – zwischen dem inneren Höhlenteil und der Ausbuchtung lockte die jungen Culiciden-Larven an die wärmere äußere Stelle, von der sie sich nur schwer vertreiben ließen, während erwachsene Larven, die sich in der Ausbuchtung aufhielten, bei geringster Beschattung augenblicklich auf den Boden der Höhlenmitte tauchten.

Die bei dieser Baumhöhle schon beschriebene Windeinwirkung beeinflusste lediglich junge *ornatus*-Larven, die sich in der Atemtätigkeit aber nicht stören ließen, sondern an der Wasseroberfläche hängend passiv im Kreise „schwammen“; ältere Tiere hielten sich bei Wind mehr am Boden und in den ruhigen Ecken auf.

Wie sich der negative Phototropismus älterer Larven äußern kann, zeigt folgende Beobachtung: In der Hauptentwicklungszeit während des ganzen Monats Mai hingen eng beieinander in den beiden Ecken der Höhle (N) mehr als zwanzig Larven im IV. Stadium pro qcm mit dem Atemrohr an der Wasseroberfläche, trotzdem an den offenen Höhlenseiten viel mehr Platz war; die Puppen benahmen sich ebenso. Offensichtlich handelte es sich dabei um ein Schutzverhalten.

*Aedes ornatus* war auch in seinen abwechslungsreichen Bewegungen die unruhigste von allen anderen Larven. Das sehr häufige Putzen des Atemrohres, das auf- und abwärts gerichtete „Abweiden“ der Baumhöhlenwandung, das Entlangschwimmen an der Wasseroberfläche während der Atmung – alles das fiel besonders bei den Larven auf. Gerade die Putzarbeit am Siphon ist typisch und zugleich eine Notwendigkeit in dem speziellen Biotop, nämlich um sich der Ektoparasiten zu entledigen. Andere Culiciden-Larven führten diese Tätigkeit meist aus, wenn sie sich in einer wenig natürlichen Lage befanden, beispielsweise im Schälchen unter dem Mikroskop.

## 6. *Aedes punctor* KIRBY

**Imago.** Diese Art beschränkte sich in ihrem Vorkommen auf ziemlich spezielle Biotope – wenigstens den Larven nach. Am Hülserberg waren keine Tiere zu finden. Trotz ihrer von anderen Autoren beobachteten ausgesprochenen Vorliebe, an moorigen Stellen zu brüten, flogen *punctor*-Imagines auch bei den Schilfgürtelzonen der Seen im Nette-Gebiet. Hauptsächlich aber hielten sich die fliegenden Mücken im Wald auf. So konnten zahlreiche Tiere beim Schanzloch in dem schon mehrmals erwähnten Kiefernwald erbeutet werden. Einzelne Mücken ließen sich nahe den Brutplätzen auch in kleinen Erlenbrüchen beobachten.

Der Häufigkeit nach entsprach die Art mit ihrer Blutgier beinahe der von *Aedes cantans*. Ein Weibchen von *punctor* wurde sogar am 19. VI. 1956 mit vom Blut prall gefüllten Abdomen in einer sehr dunklen Stallecke der Leuther Mühle gefunden. Von einer ausgesprochenen Zoophilie irgendeiner *Aedes*-Art ist in der Literatur nichts bekannt geworden.

**Verwechslungsmöglichkeiten** weiblicher *punctor*-Mücken mit anderen Arten wären nur bei *Aedes diversus* und *Ae. nemorosus* zu befürchten gewesen. *diversus* fiel wegen seiner Größe allein schon als andere Form auf; alle gesammelten *punctor*-Imagines waren von kleinerer Gestalt. Bei *Aedes nemorosus* verhielt sich die Trennung schon schwieriger. Ein ziemlich sicheres Unterscheidungsmerkmal war die Ausbildung der Abdominalbinden (s. MARTINI 1931a, S. 233), wie sich bei den Männchen durch Hypopygpräparate bestätigte. Da aber die beiden Arten sehr nahe miteinander verwandt sind – sie lieben das gleiche Milieu und selbst die Hypopygien sind sich ähnlich – so sei nicht unbedingt behauptet, daß nicht auch Fehldeterminationen bei den Weibchen unterlaufen sind. Es bleibt dies aber von wirklich unerheblicher Bedeutung, da *nemorosus* – sowohl als Larve wie auch als männliche Imago eindeutig determiniert – hier bedeutend spärlicher vorkam als *punctor*. Die als zu der betreffenden Art gestellten Weibchen paßten im Zahlenverhältnis durchaus in das Gesamtergebnis der Untersuchungen.

Bei MARTINI'S Beschreibung der Art (1931a, S. 321–324) vermißt der Leser eine Abbildung des *punctor*-Hypopygs. In Abbildung 19 und 20 ist ein Präparat desselben zeichnerisch und fotografisch festgehalten; einer der beiden stufigen Basallappen ist mit dem starken Dorn vergrößert gezeichnet.

**Larve.** Die Flugform kam verhältnismäßig gleicherorts mit anderen *Aedes*-Arten zusammen vor, während die Larven sehr spezifische Anforderungen an das umgebende Milieu stellten. Als ausgesprochen azidophile und darüber hinaus tyrphophile (PEUS) Art liebt sie saures Wasser. Ihre Larven kamen in **B r u t g e w ä s s e r n**

mit pH-Werten zwischen 4,1 und 6,0 vor. Orte mit relativ hohen Werten um pH 6 waren sehr spärlich besiedelt.

Die Entwicklung war im großen und ganzen mit der von *Aedes cantans* vergleichbar; *puncator*-Larven konnten schon Anfang März 1956 unter dem Eis angetroffen werden. Die Larven des Schanzloches im Nette-Gebiet hatten jedoch – dem Habitat entsprechend – eine abnorme Entwicklungszeit. Erst Ende Juni 1955 konnten Puppen festgestellt werden, die hinter solchen anderer Fundorte weit zurückgeblieben waren. Im Jahre 1956 fiel der Termin noch etwas später. Als an wärmeren Brutstellen schon IV. Stadien der Art angetroffen wurden, waren die Tiere des Waldtümpels im Übergang vom I. zum II. Stadium.

Wie die Larven, die sich unter einer Eisdecke befanden, zur Atmung an die Trennungszone Luft/Wasser kamen, ist nicht leicht vorzustellen. Sie suchten wahrscheinlich eine sehr schmale Schmelzrinne, die kaum zu bemerken war, zwischen Eis und Ufer auf, was aber nur bei Tauwetter und wohl meist tagsüber möglich sein konnte. Eine Bestätigung fand diese Annahme, als frisch geschlüpfte Larven, die sonst nur unter der zur Besuchszeit 8 cm dicken Eisschicht zu sehen waren, sich auch in einzelnen Exemplaren in der nur 1 cm hohen Schmelzwasserschicht über dem Eis befanden. Vielleicht ließen sich dort lediglich vereinzelt Larven beobachten, da ihr Sauerstoffbedürfnis bei Temperaturen um den Nullpunkt sehr gering war, und sie deshalb weniger oft zu atmen brauchten.

Selbst junge *puncator*-Larven fielen durch eine dunklere Färbung im Vergleich zu anderen ebenso großen Arten auf. Der Unterschied wurde noch deutlicher bei erwachsenen Tieren, so daß schon bei oberflächlicher Musterung einer gefangenen Anzahl die *puncator*-Stücke aussortiert werden konnten; das Ergebnis bestätigte sich – von wenigen Exemplaren abgesehen – unter dem Mikroskop. Von dieser Regel wichen die jungen Larven des Schanzloches im Nette-Gebiet ab. Die Tiere kamen in einer weißlichen, gelblichen und aus beiden Farben gemischten Tönung mit dunklen Köpfen vor. Ältere Tiere waren zwar dunkel, zeigten sich aber im Vergleich mit *puncator*-Larven anderer Orte immer noch heller.

Beim Bestimmen der Larven von *Aedes puncator* sind Verf. zwei von MARTINI'S Beschreibung (1931a, S. 322) abweichende Merkmale begegnet. Einmal handelt es sich um die Pektenzahnzahl des Atemrohres. Die gefangenen Stücke hatten im Durchschnitt 16 und 2 kleine Zähne, und eine minimale und maximale Zahl von insgesamt 14 und 19 Zähnen trat ganz selten auf. Zweitens handelt es sich um den Sattel der Larven. Nach der zuletzt angegebenen Literaturstelle soll dieser das Analsegment im IV. Stadium umgreifen. Dieses für *puncator* ganz typische Merkmal, das die Art vor allen



anderen auszeichnet, zeigten einige Male schon III. Stadien, genau so oft aber kam auch offene Sattelbildung bei verpuppungsreifen Larven vor. Gerade die letzte Anomalie – soweit man von einer solchen sprechen darf – scheint erwähnenswert, weil dadurch Verwechslungen mit anderen Arten entstehen können.

#### 7. *Aedes quartus* MARTINI

Diese Art bereitete bei der Untersuchung ihrer Lebensweise am Niederrhein einige Schwierigkeiten, da sie, wie schon bei *Aedes cantans* erwähnt wurde, mit dieser Art verschiedene Ähnlichkeiten hat. Man möge deshalb, was die Biologie von Imagines und Larven im allgemeinen und die Bestimmung beider Arten im besonderen angeht, bei *cantans* nachlesen, da hier vorwiegend solche Beobachtungen geschildert sind, die auf Grund eindeutiger Hypopygbestimmung und weniger typischer Larven sicher auf *quartus* zutreffen.

**Imago.** Am Hülserberg traten die meisten Männchen dieser Art nahe dem Tümpel (A) auf, was für eine weniger große Wanderungslust spricht als bei *cantans*. Die Beschaffenheit der Orte, an denen die Tiere angetroffen wurden, stimmte für beide Arten überein. Die *quartus*-Männchen flogen nicht sehr weit, wenn sie aufgescheucht wurden. Zwischen beiden angeführten Formen betrug das Zahlenverhältnis der am Tümpel (A) im Umkreis von 1 km gefangenen Mücken etwa 40 (*quartus*) zu 60 (*cantans*), während es in weiterer Entfernung bis zu 3 km auf 20 zu 80 abfiel bzw. anstieg.

Bei den relativ wenigen Besuchen im Netze-Gebiet konnte eine solche Feststellung nicht getroffen werden. Hier waren die wenigen Individuen gleichmäßiger verteilt, was entweder für eine größere Flugaktivität der dortigen *quartus*-Populationen oder für zahlreichere Brutplätze spricht; den Larvenfunden nach sei dem letzten Grund der Vorzug gegeben.

**Larve.** In den hier untersuchten Gebieten war eine unbedingt eindeutige Determination der Larven von *Aedes quartus* nicht durchzuführen.

Nach den Befunden zählte *Aedes quartus*, wie auch *Aedes cantans*, zu den anpassungsfähigsten Aedinen, kam er doch bei pH-Werten von 5,5 bis 7,5 vor, um nur ein Beispiel hierfür zu nennen; es wurde jedoch kein direktes „Heimischsein“ in allen Biotopen beobachtet.

#### 8. *Aedes vexans* MEIGEN

In der nächsten Umgebung des Tümpels (A) konnte am 17. VIII. 1955 ein Weibchen von *Aedes vexans* gefangen werden, das einzige Exemplar dieser Art des im Untersuchungsgebiet gesammelten Materials. Das Tier war unter einer Anzahl gefangener *Culex*

*pipiens*. Zu dieser Zeit traten ganz offensichtlich mehr Männchen als Weibchen in Erscheinung, weshalb von vornherein weiblichen Mücken mehr Aufmerksamkeit geschenkt wurde. Die kritisch vorgenommene Determination ergab eindeutig *Aedes vexans*, eine Art, die z. B. am Vierwaldstättersee in Millionen von Exemplaren plagerregend auftrat (HURTER 1926, S. 33).

Am gleichen Tag des folgenden Jahres, 1956, als Verf. sich in Wiesbaden aufhielt, stach nachmittags im hellen Sonnenschein auf einer bergigen Waldlichtung nördlich der Stadt eine Mücke von *Aedes vexans*. Da keine einzige andere Art zum Stechen anflieg, liegt die Vermutung nahe, daß *Aedes vexans* weiter südlich vom Niederrhein häufiger ist. SCHNEIDER (1913, S. 32) konnte mehrere Tiere der Art bei Bonn feststellen.

Leider gelang es am Niederrhein nicht, Larven zu erhalten. Weitere verstärkte Beachtung dieser Form zur Ursachenklärung ihrer hiesigen Seltenheit ist daher wohl angebracht.

## E. *Culex* LINNE

Außer *Culex pipiens* L. wurde keine andere Art mit Sicherheit festgestellt. Nach PEUS (1950, S. 80), der für Deutschland fünf Arten der Gattung *Culex* aufzählt, ist im hier untersuchten Gebiet wohl nur *Culex apicalis* ADAMS zu erwarten, da die drei übrigen Formen spezielle Brutbiotop Anforderungen stellen sollen, wie sie hier m. E. keineswegs häufig erfüllt werden können<sup>1)</sup>.

Eine sichere Unterscheidung zwischen *pipiens* und *apicalis* ist an der verschiedenen Abdomenzeichnung möglich: *pipiens* trägt die weißen Binden basalwärts und *apicalis* an der apikalen Front des Tergiten. Bei der Durchmusterung des hier gesammelten Materials fielen keine Tiere mit der letztgenannten Zeichnung auf. Ebenso ließen sich die Hypopygpräparate nur als zu *pipiens* gehörig erkennen. Wegen der fast gleichen Lebensweise und denselben Brutorten beider Arten ist es hinsichtlich dieser beiden Bezugspunkte ebenfalls außerordentlich erschwerend, *Culex apicalis* festzustellen.

### 1. *Culex pipiens* LINNÉ

I m a g o. Die Imago war innerhalb des ganzen Jahres a n z u t r e f f e n, geradezu massenhaft von Ende Mai bis Ende Oktober in der freien Natur und der Nähe menschlicher Siedlungen beider Beobachtungsgebiete. Im November starben die meisten männlichen

<sup>1)</sup> Prof. Dr. PEUS hatte die Freundlichkeit, mir brieflich den Verdacht mitzuteilen, daß wohl außer den fünf bisher aus Deutschland bekannt gewordenen Arten die tatsächlich vorkommende Formenfülle noch nicht ganz erfaßt sei.

Tiere ab und die weiblichen gingen, sofern sie nicht den geeigneten Überwinterungsort fanden, an ungünstigen Einflüssen zu Grunde.

Weil fast die gesamten Herbstpopulationen am Hülserberg im Jahre 1955 durch die Wasserverhältnisse bedingt ausblieben, konnte vermutet werden, daß im folgenden Jahr der Bestand von *Culex pipiens* eine merkliche Minderung erfahren hätte. Doch im anomalen Sommerklima 1956, das eher dem des Herbstes glich, entwickelten sich sovieler *pipiens*-Mücken wie selten.

Obwohl mehrfach die große Anpassungsfähigkeit der Art erwiesen ist, hat diese Culicide ihre Ansprüche für den Überwinterungsort noch nicht in entscheidender Weise herabgesetzt. Will man sie im Winter finden, hat man nur dort Erfolg, wo ein Mindestmaß an Feuchtigkeit und keine Temperaturen über 10° C vorherrschen. In einem Keller (s. S. 70) waren lediglich diejenigen Wandstellen einer dunklen Ecke von überwinternden Weibchen besetzt, die sich durch die Verfärbung des Kalkanstriches als sehr feucht erwiesen. BÜTTIKER (1948, S. 81) berichtet, daß im Versuch die Tiere an solchen Orten öfter das Bedürfnis hatten, Wasser aufzunehmen.

Inwieweit die Kultur von negativem Einfluß sein kann, zeigte eine Beobachtung in der Limnologischen Station. Zur Einwinterungszeit, von Mitte Oktober bis Mitte November 1954, flogen die Mücken im Keller des Gebäudes umher auf der Suche nach einem zusagenden Ruheplatz; ein Sammelplatz ließ sich aber nicht finden. Schon Ende Dezember lagen die Mücken überall tot auf der Erde. Nicht zuletzt waren die Zentralheizung und die trockene Luft im Keller hierfür verantwortlich zu machen. Eine große Menge Tiere von den Riesenpopulationen, die im Herbst im gesamten Untersuchungsgebiet anzutreffen waren, wird jedoch immer einen geeigneten Überwinterungsort finden und im nächsten Jahr den Bestand der Art sichern.

Beim Aussuchen der Winterplätze flog *Culex pipiens* zu vielen Exemplaren vor den Häusern umher und gelangte so bei geöffneten Fenstern und Türen in die Wohnungen. Wodurch wurden die Mücken angelockt? Der Hauptfaktor hierbei war m. E. ein Suchtrieb nach einem geschützten Überwinterungsort; dazu gesellte sich ein Nebentrieb, der die Mücken veranlassen mochte, vor der Hibernatio zum vollständigen Aufbau des Fettkörpers in der „Säugerbehausung“ Blut zu saugen. Es ist vorstellbar, daß die Mücken die Dunkelwirkung des Fensterglases instinktiv einem geschützten Winterplatz gleichsetzten. (Über das phototaktische Verhalten, das seine Stimulation durch die verschiedene Jahreszeit und den jeweiligen physiologischen Zustand des Einzeltieres erfährt, hat BÜTTIKER (1948, S. 105—109) eine Reihe von Versuchen und Beobachtungen angestellt, deren Ergebnisse sehr einleuchtend sind.)



Zur Einwinterungszeit 1954 und 1955 saßen den ganzen Tag über einzelne Weibchen und Männchen von *Culex pipiens* von außen an den Fenstern, und zwar vielfach stundenlang an einer Stelle. Nach Einbruch der Dämmerung benahmen sie sich lebendiger und strebten in suchendem, langsamen, nicht direkt ausgerichteten Flug auf geöffnete Fenster zu. Auch geschlossene Fenster wurden angefliegen, wenn auch in geringerem Maße. Beim Einschalten einer Lichtquelle im Zimmer kamen nicht mehr Mücken herein, im Gegenteil ließ ihr Anflug dann eher nach. Außerdem saßen tagsüber fast ebenso viele Tiere von innen wie von außen an den Fensterscheiben. Sie schwirrten an diesen auf und nieder um hinauszukommen. Wie steht diese Erscheinung mit dem vorigen Benehmen in Beziehung? Es handelte sich nicht einmal um solche Weibchen, die nach der Blutaufnahme zu einem Eiablageort strebten, denn neben männlichen Tieren beobachtete man das auch bei Weibchen mit dünnem, fast flachen Abdomen.

Im Jahre 1956, welches durch einen kalten und nassen Sommer ausgezeichnet war, äußerte sich die Herbststimmung der Natur schon im August, und *Culex pipiens* flogen in sehr großen Exemplaren, die durch stetig langsame Larvenentwicklung bei kühlen Temperaturen bedingt waren, bereits Anfang August in unmittelbarer Nähe menschlicher Siedlungen. Nach de BUCK (1935, S. 246) soll dieser relativ frühe Zeitpunkt in Holland die Regel sein.

In der Art des Fliegens und der Auswahl von Aufenthaltsorten im Wald und am Waldrand hatte *Culex pipiens* keine andere Verhaltensweise als die meisten übrigen Culiciden. Nur die Auswahl der Blutlieferanten und die Stichreaktion verhielten sich anders. Im allgemeinen wird die Art als Vogelmücke bezeichnet; Versuche von BÜTTIKER (1948, S. 15) und Beobachtungen von MARTINI (1920) bestätigen es teilweise. Verf. stachen während der ganzen Untersuchungszeit nur je ein Weibchen Mitte September 1955 und 1956 im Zimmer.

Von Interesse ist die Bemerkung HURTER'S (1926, S. 66), der von einer evtl. Beteiligung des *Culex pipiens* an der Frühjahrs-mückenplage schreibt. Wenn schon zur Hauptflugzeit hierzulande sehr wenige Menschen belästigt wurden – meist jedoch ausschließlich zur Zeit der Berührung zwischen Mensch und Mücke im Herbst –, um wieviel weniger mußte der vom Winter übrig bleibende Bestand eine Plage hervorrufen können. Für den Niederrhein ergaben sich ähnliche Ergebnisse wie BENICK & SAAGER (1940/41, S. 15 u. 20) in der Umgebung von Lübeck erhielten, daß nämlich *Culex pipiens* höchstens im Herbst und Frühjahr zur Blutaufnahme anfliegt; im Untersuchungsgebiet stehen aber sichere Beobachtungen über das Stechverhalten im Frühjahr noch aus.

Das Paarungsgebaren von *Culex pipiens* in Dänemark schildert WESENBERG-LUND (1943, S. 433) sehr anschaulich. Das S c h w ä r m e n der Männchen, das jeglicher Begattung vorhergehen muß, geschieht meist an exponierten Punkten, wie Dachrinnen, aufgestellten Schildern, Lampen, an und unter Bäumen u. ä. Sehr eigenartige Beobachtungen konnten Mitte September 1955 und 1956 auf den Bahnsteigen des Krefelder Hauptbahnhofs gemacht werden. Sowohl an nicht leuchtenden wie an leuchtenden ca. 5 m hohen Laternen schwirrten unterschiedlich schätzungsweise zwischen 10 und 80 Männchen von *Culex pipiens* auf und ab. Es war von einem Abend zum anderen – die Beobachtungen fanden zwischen 18.30 und 19.00 Uhr statt – ein unterschiedliches Verhalten in Bezug auf die Tanzstelle zu bemerken. Einmal befanden sich die Mücken in einem eng begrenzten Sektor, welcher der Sonne zugekehrt war, ein anderes Mal auf der genau entgegengesetzten Seite. Stand die Sonne schon ziemlich tief und gelangten die Laternen immer mehr in den Schattenbereich, so konnte bei einigen Tieren ein Verlassen des Tanzplatzes und manchmal ein der untergehenden Sonne zugewandtes Fortfliegen beobachtet werden. Nicht nur die hohen Laternenpfosten, auch die Schmalseiten von Hinweisschildern, die höchsten Ecken der Bahnsteigkarren und die Köpfe der Reisenden wurden von kleinen *pipiens*-Schwärmen, aus 3 bis 8 Tieren bestehend, zum Tanzanziehungspunkt gewählt. Weibchen konnten allerdings nirgendwo beim Einfliegen in die Schwärme der Männchen gesehen werden, doch ist deren Anwesenheit auf dem Bahnsteig als sicher anzunehmen, da solche oft in den Bahnwaggonen an den Fenstern saßen. Eine Erklärung des eigenartigen Verhaltens der Männchen kann nur von langjährigen genauen Untersuchungen erwartet werden.

L a r v e. Ähnlich den Imagines verhielten sich auch die Larven von *Culex pipiens* kulturfreundlich; sie waren die unempfindlichsten Culiciden-Larven im gesamten Gebiet. Ob organisch verschmutztes Abwasser oder kristallklares Grundwasser, ob überaus kalkreiches und sehr alkalisches oder fast kalkloses und sehr saures Wasser – überall kam die Art vor. Der einzige Unterschied im Vergleich zur verschiedenen Charakteristik ihrer Brutgewässer ließ sich in der mehr oder weniger großen Häufigkeit erblicken.

Ebenso wie für die „Waldmücken“ war auch für *Culex pipiens* der T ü m p e l (A) ein ideales Brutgewässer. Nährstoffreich und seiner Lage nach von ziemlich ausgeglichener und relativ großer Wärme, ermöglichte er im Herbst 1954, im Vorsommer 1955 und im Sommer/Herbst 1956 vielen Millionen Mücken dieser Art die Entwicklung.

Ein seltener Fundort, auf den schon aufmerksam gemacht wurde, war die große B a u m h ö h l e (P). Bisher sind lediglich zwei Fest-

stellungen von PAVISIC (1938, S. 703 u. 704) für solche *pipiens*-Gewässer bekannt geworden. In der Höhle (P) fanden sich Larven nur von Anfang Juli bis Mitte September 1955; nie mehr als ca. 30 Tiere atmeten dort. Demnach könnte eigentlich nur *Culex pipiens* der Rasse *autogenicus* ein Eischiffchen mit etwa 60 Eiern abgelegt haben, da der Normalrasse mindestens 150 Eier pro Schiffchen entsprechen würden (WEYER 1937, S. 534). Dies soll aber nicht unbedingt der alleinige Grund sein, da ja durch die spezielle Wasserbeschaffenheit der Baumhöhle viele Larven entweder gar nicht geschlüpft oder in sehr jungem Zustand abgestorben sein können.

Neben allen möglichen Wasserstellen, wie Uferbezirke der Waldwinkelkuhle (Fundort 3), Wiesentümpel, stehende Gräben und Kleingewässer im Wald, wurden auch Viehtränken besiedelt. Durch ihre Eigenarten waren sie geradezu typisch für einen *pipiens*-Larvenbiotop. Dessen Beschaffenheit bezüglich der Temperatur und des Chemismus wurde schon ausführlich Seite 44 ff. beschrieben. Hier fand sich auch das einzige Eierschiffchen von *Culex pipiens* am 1. VIII. 1956 frei schwimmend an der Wasseroberfläche. Es bestand aus ca. 300 Eiern und war von sehr regelmäßiger Form, so daß daraus eindeutig Larven der Normalrasse schlüpften. Für die Entwicklungsgeschwindigkeit waren die Betonbehälter ideal. Wenn auch kühle Nachttemperaturen von weniger als 10° C die Tageshöchstwerte bis zu 22° C und mehr ablösten, so stand das dem Wachstum der Larven nicht entgegen, schreibt doch schon KREISEL (1923, S. 464) von einer Entwicklung in beschränktem Maße sogar unter Eis.

Eine wahllose Generationenfolge, wie sie WESENBERG-LUND (1943, S. 478) annimmt, konnte im Niederrhein-Gebiet nicht ohne weiteres festgestellt werden. Im Sommer des Jahres 1955 ließen sich im Tümpel (A) zwei relativ streng getrennte Generationen unterscheiden, ebenso wie im Sommer 1956, auf die nach einer sehr kurzen Pause die Herbstpopulation folgte (nur 1956). In dem Gewässer war Ende des Jahres 1954 höchstens eine Andeutung von wahlloser Generationenfolge zu bemerken, da neben IV. Larvenstadien und Puppen auch frisch geschlüpfte und halbwüchsige Larven waren. Sehr wahrscheinlich legten *pipiens*-Weibchen noch Ende Dezember ihre Eier ab. Die Wassertemperaturen um 6° bis 8° C verhinderten aber ein allzu rasches Larvenwachstum. KREISEL (1923, S. 463) beobachtete ebenso im Dezember 1919, dem ein milder Winter folgte, Eiablagen bei *Culex pipiens*. Die mittleren Lufttemperaturen des Dezemberanfangs 1954 lagen bei 10° C, so daß eine Eiablage durchaus möglich war (WESENBERG-LUND l. c.).

*Culex pipiens* wurde meist in Gesellschaft mit *Theobaldia annulata* angetroffen, da beide Formen eine sehr ähnliche Lebens-



weise haben. Nach SCHNEIDER (1913, S. 45) sollen alle übrigen Culiciden-Arten (– die bis dahin bekannt waren! –) in seiner Gesellschaft vorkommen, was m. E. aber nur sehr bedingt anzunehmen ist. Es fanden sich zusammen mit *Culex pipiens*: *Anopheles „maculipennis“*, zwar im gleichen Gewässer, aber an anderen Stellen und *Aedes ornatus* in der Baumhöhle (P). Verhältniszahlen, zu denen hier leider kein Beitrag erfolgen kann, teilt FESSLER (1949, S. 65) mit; er fand im Federsee-Gebiet während seiner Untersuchungen die 6 bis 10 fache Menge *Culex*-Larven gegenüber Anophelen. Nach vorsichtigen Schätzungen hielten sich die Mengen der beiden Arten *pipiens* und „*maculipennis*“ in der Waldwinkelkuhle die Waage, eher war ein Überwiegen der Anophelen zu bemerken.

Die Larven der Art, welche in dem Seite 43 beschriebenen verschmutzten Grabenteil gefunden wurden, zeigten eine auffällige K o p f f a r b e; sie variierte von schwarz-grau bis hell weiß-grau. Letztere Tönung überwog bei den Larven, die sich an der Stelle der stärksten Schwefelwasserstoffentwicklung befanden. Die Färberscheinung hing offensichtlich mit dem Lebensmilieu zusammen.

Auch die Größe der Larven verschiedener Brutorte – dem sei besonderer Nachdruck verliehen – schwankte wie die Färbung ganz erheblich, so daß öfter Schwierigkeiten entstanden, die einzelnen Stadien zu unterscheiden.

Über die p H - V e r t r ä g l i c h k e i t sind gerade bei *Culex pipiens* viele Versuche angestellt worden. So machte BUCHMANN sehr interessante Feststellungen (1931, S. 412). pH-Messungen, die Verf. an den verschiedenen *pipiens*-Fundstellen vornahm, bewegten sich zwischen pH 6 (Baumhöhle (P)) und pH 8 (Abwassergraben Hülserberg). Meistens hatten die untersuchten Brutstellen alkalisches Wasser. Andere Besonderheiten in chemischer Hinsicht sind nicht mitzuteilen, da alle Larvenplätze relativ normal-natürliche Eigenheiten zeigten, sofern nicht schon im Teil IV. auf besondere Grenzfälle verwiesen wurde.

In der aufgenommenen N a h r u n g machte *Culex pipiens* keinen wesentlichen Unterschied zu anderen Culiciden. Da seine Entwicklung später im Jahr einsetzte als die der Aedinen, bestand die Darmfüllung nicht so sehr aus Algenmaterial sondern aus Aufwuchsorganismen und aller Art von Detritusstoffen. Wegen des für *pipiens*-Larven seltenen Biotops kamen auch die Tiere aus der Baumhöhle (P) am 21. VII. 1955 zur Untersuchung. Bei ihnen überwogen erhebliche Pollenmengen der Laubbäume den Detritus aller Art im Nahrungsbrei, welcher – im Gegensatz zur Darmfüllung bei *Aedes ornatus* – keine Chlorophyceen enthielt, obwohl im freien Wasser solche festgestellt wurden.

Rassen-Frage. Für *Culex pipiens* sind die Rassenfragen bisher bei weitem nicht so problematisch in ihrer Beantwortung wie z. B. bei den Anophelen. Bis heute sind nur zwei *pipiens*-Varietäten bekannt: *Culex pipiens pipiens* (= *typicus*) und *Culex pipiens autogenicus* (= *Culex molestus* FORSK.) (BÜTTIKER 1948, S. 13). Die erste ist die Normalrasse mit Eurygamie und echter Hibernatio, die zweite (vielleicht eine durch Anpassung an besondere Verhältnisse entstandene) Rasse zeichnet sich durch Stenogamie und, wenn eben möglich, ununterbrochene Generationenfolge aus. Schon 1901 machte THEOBALD die Feststellung, daß bei der Art Eier ohne Blut erzeugt wurden (NEUMANN 1912, S. 28). Somit gab es m. E. immer schon eine Rasse, die sich ohne Blutnahrung erhielt und die nicht eine kulturbedingte Anpassung vollzog.

Eine sichere Unterscheidung ist außer dem Paarungsverhalten bei der Anzahl der Eier im Eischiffchen und dessen Form möglich (WEYER 1937, S. 534). Für eine Rassentrennung nach der Anzahl der Pektenzähne bei den Larven, wie sie de BUCK (1935, S. 244) vorschlägt, möchte Verf. nicht plädieren. Es fand sich – schon bei wenigen Larven eines Fundortes – eine derartige Schwankung in der Pektenzahnzahl (8 bis 17 Stück bei IV. Stadien), daß diese Art und Weise der Rassentrennung nicht zu empfehlen ist.

Wenn man MÖLLRING's (1956, S. 34) Feststellung glauben kann, nämlich daß sich frisch geschlüpfte, zwei Stunden alte Weibchen nach dem Zustand des Abdomens rassenmäßig unterscheiden, so waren die vom Verf. gezüchteten Mücken mit unvergleichlich geringen Ausnahmen sämtlich der Normalrasse angehörend: ihr Abdomen war flach und schlank. Es traf das für das gesamte Untersuchungsgebiet zu. Einmal wurde, wie schon erwähnt (S. 106), in einer Viehtränke des Hülserbruch-Gebietes ein Eierschiffchen der Rasse *typicus* gefunden.

Entscheidende Antworten auf die Frage, was das Rassenvorkommen im gesamten Untersuchungsgebiet anbetrifft, müssen späteren Beobachtungen überlassen bleiben, da ja eine sichere Determination nur nach dem Eigelege und dem Paarungsverhalten möglich ist.

## VI. ZUCHTEN, VERSUCHE UND BEOBACHTUNGEN DER VERHALTENSWEISE

Diese letzten Kapitel schildern die Culiciden unter vorwiegend unnatürlichen Bedingungen. Die Ergebnisse wurden beim Kennenlernen der Arten, wie Studieren des Verhaltens gegenüber verschiedenen Milieufaktoren und Feinden, des Bewegungs-, Freß- und Schlüpfvorganges und des Hauptmerkmals: die Reaktion auf den Blutlieferanten (Mensch!), erhalten.

**Imagines.** Die Vielfalt biologischer Erscheinungsformen zeigte sich besonders deutlich beim Beobachten des *Schlüpfvorganges* und des Verhaltens junger Imagines. Das Zuchtergebnis eines Massenfanges von Puppen und kurz vor dem Verpuppen stehenden Larven im Tümpel (A) war wie folgt: Von 462 Tieren kamen 12 Puppen nicht zum Schlüpfen, 4 Imagines (1♀, 1♂, 2?) schlüpften nur halb aus ihrer Hülle, 2 Imagines (1♀, 1♂) ertranken im Wasser und 444 Tiere (183♀♀, 261♂♂) schlüpften normal. Larven- und Hypopygbestimmung ergaben die Arten *Aedes cantans* und *Ae. quartus*. Der Überschuß der Männchen hängt mit dem Phänomen der Protandrie zusammen. Es waren die ersten Puppen, die im April/Mai 1955 der Fundplatz aufwies, und es wurden somit meist „männliche“ Puppen gefangen. Die Deutung des protandrischen Verhaltens nach FESSLER (1949, S. 15), daß hierdurch eine Inzucht und Geschwisterehe verhindert würde, scheint etwas abwegig; dies wird in der Natur stets vorkommen. Zwangsläufig kann sich jedoch immer nur gutes Erbgut behaupten und minderwertiges setzt sich nicht durch. Meiner Meinung nach läßt sich vielmehr die Beobachtung BÜTTIKER'S (1948, S. 135 nach ULMANN 1941) hier weiterführen, indem, entsprechend einem geringeren Nahrungsbedürfnis zum Aufbau einer männlichen Imago, deren Puppen eher schlüpffertig sind als die weiblichen.

Das Schlüpfen ist schon oft auf die verschiedensten Faktoren hin untersucht worden. Man kommt allgemein zu der Feststellung, daß zu überwiegendem Prozentsatz der Vorgang tagsüber, weniger nachts geschieht. Eigene Beobachtungen trafen für verschiedene Arten fast ganz auf das Ergebnis zu, das schon EYSELL (1911, S. 321) schildert: die Mücken schlüpfen niemals abends, meist morgens, mittags wenige und nachmittags selten eine.

Schlüpfsergebnisse mehrerer Zuchtreihen (vom. 26. V. bis 19. VII. 1955) sind in den Abbildungen 21 bis 24 aufgezeichnet. Die Versuchsbedingungen verhielten sich wie folgt: In unmittelbarer Nähe der LUFFT-Wetterwarte (Ortsbeschreibung s. S. 2) war die jeweils benötigte Anzahl Glasschalen (2—4) von 33 cm Ø und 4 cm Höhe auf einem 1,30 m über dem Erdboden befindlichen Brett aufgestellt. Über die mit Fundortwasser gefüllten Gefäße wurden mit einer Manschette versehene Drahtkäfige, 30 x 30 x 50 cm, gesetzt. Wind, Regen und Sonnenschein beeinflussten die Zuchten kaum. Die Verdunstung wurde durch eine Mischung des Wassers vom Tümpel (A), von der Waldwinkelkuhle, aus einem Grundwasserbrunnen und Aqua dest. wieder ausgeglichen. Wenige vor dem Schlüpfen abgestorbene Tiere entfernte man sofort. Wasseroberfläche, -durchsichtigkeit und -geruch blieben die ganze Zeit hindurch rein bzw. klar. Ebenso hielten sich die chemischen Eigenschaften konstant, da in genügendem Maße Stoffe aus den Brutgewässern



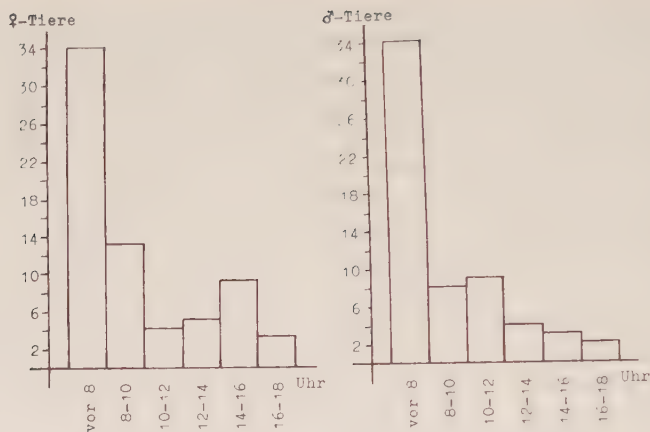


Abb. 21. Geschlüpfte Anzahl nach der Zeit.

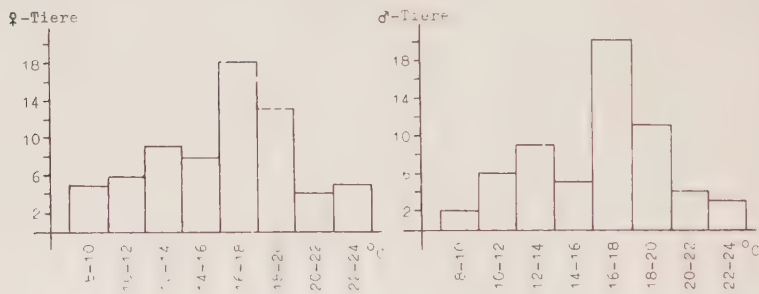


Abb. 22. Geschlüpfte Anzahl nach der Temperatur.

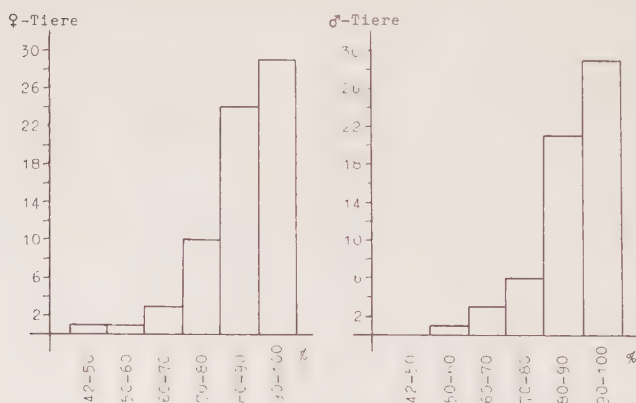


Abb. 23. Geschlüpfte Anzahl nach der relativen Luftfeuchtigkeit.

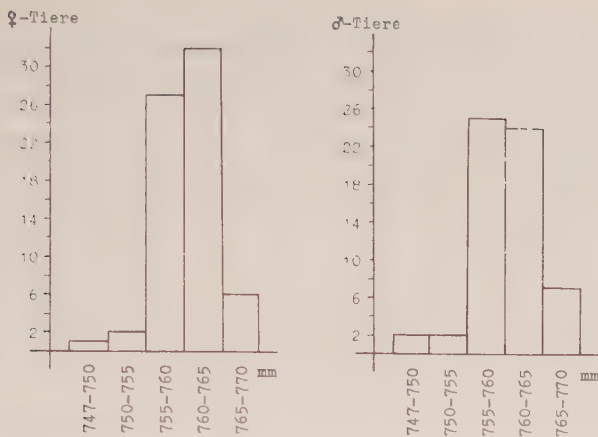


Abb. 24. Geschlüpfte Anzahl nach dem absoluten Luftdruck.

(Bodengrund, Blätter, Holzstückchen) in die Schalen gelegt wurden. Außerdem schwammen Lemnaceen auf der Wasseroberfläche, die den frisch geschlüpften Mücken sehr dienlich waren. Bei den Zuchtreihen beteiligten sich zu überwiegender Prozentsatz die beiden Arten *Aedes cantans* und *Ae. quartus*, dazu einzelne Tiere von *Theobaldia annulata*, *Aedes ornatus* und *Culex pipiens*. Nie konnte ein deutlicher Unterschied zwischen den Arten beim Schlüpfen, was die einzelnen Faktoren wie Zeit, Feuchte usw. angeht, beobachtet werden. Zu den Darstellungen ist nichts besonderes zu bemerken, da aus ihnen ohne weiteres hervorgeht, wo das jeweilige Schlüpfmaximum und -minimum liegt.

Bei allen hier untersuchten Arten lief der Schlüpfvorgang unter den soeben geschilderten Umständen im Durchschnitt in ca. 15 Minuten ab; die Wasser- und Lufttemperaturen lagen dabei zwischen 15° und 20° C. Der Behauptung HURTER's (1926, S. 18), die Imago flöge nach dem Schlüpfen sofort weg, muß – wenigstens für hiesige Verhältnisse – widersprochen werden. Dies war kein einziges Mal zu beobachten. Im Gegenteil: bei einem Extremfall blieben sieben um 8 Uhr geschlüpfte Mücken an einem schwülen aber klaren Sommertag 4,5 Stunden (!) vor ihrer Exuvie sitzen; sie hätten wohl noch länger dort ausgehalten, wenn sie nicht durch Unvorsichtigkeit aufgeschreckt worden wären.

Die allgemein gehaltene Aussage WESENBERG-LUND's (1943, S. 443), das Puppenstadium dauere höchstens 4 bis 5 Tage, dann und wann nur 1 Tag, kann für die Culiciden der hiesigen Landschaft und Zuchten ebenso nicht bestätigt werden. Im Hochsommer betrug die Minimalzeit 5 Tage (Zucht von *Culex pipiens*) während im Frühjahr mehr als 10 Tage (Aedinen im Tümpel (A)) normal waren.

Die bei den Imagines beobachteten Parasiten gehörten ausschließlich zur Gattung der Süßwassermilben (Hydrachnellae); es handelt sich um *Arrenurus*-Arten. Nur selten konnten diese Parasiten beobachtet werden.

Bei einer weiblichen Imago von *Anopheles „maculipennis“* gelang die Feststellung von drei *Arrenurus*-Larven. Diese befanden sich am unterseitigen Metathorax. Die Mücke zeigte keinen auffälligen Kräfteschwund. Ihre Farbe war indes heller als die anderer, im selben Zeitraum gesehenen Individuen ohne Parasiten. Ein Weibchen der gleichen Art, das sich kurz vor seinem Absterben in der Limnologischen Station fand, besaß dreizehn Milben, die sich fast ausschließlich den Rücken des Abdomens zum Saugen gewählt hatten. Die Culicide machte einen sehr geschwächten Eindruck; ihr Hinterleib war ganz zusammengefallen. FESSLER (1949, S. 9) hat keine sichtliche Beeinflussung, auch bezüglich der Culiciden-Eigelege, selbst bei einem Befall von zwanzig Wassermilben pro Mücke in seinem Untersuchungskreis feststellen können.

Zwei andere Imagines, welche von *Arrenurus*-Larven besetzt waren, gehörten zu *Aedes cantans*. Sie hatten ein viel helleres Schuppenkleid als schmarotzerfreie Tiere derselben Art, durch das sie sofort auffielen. Ihre Körpergestalt war aber nicht anomal, im Gegenteil gehörten sie zu den größten Exemplaren, die an dem Fundort zu bemerken waren.

Beziehungen zwischen Blutnahrung und E i e r z e u g u n g wie auch pflanzlichen Nahrungsangeboten und deren Umwandlung in Eigelege sind Ziele vieler Versuche gewesen. Weibchen von *Anopheles „maculipennis“*, *Theobaldia annulata*, *Aedes cantans* und *Ae. nemorosus* wurden von verschiedenen Autoren bei der Aufnahme von Pflanzensäften beobachtet, die außer *cantans* sogar zur Eierzeugung führte. Hier gelang es einmal, im Käfig von beim Stechen im Freien gefangenen Weibchen letzterer Art nach Blutnahrung ein Eigelege zu erhalten. In einer Glasschale (33 cm ø, 4 cm hoch), die in einem der schon bei der Zucht beschriebenen Käfige stand, lagen genau in ihrem Bodenmittelpunkt eines Morgens 80 Eier. Das Weibchen muß mitten auf der Wasserfläche sitzend die Ablage vollzogen haben, da in diesem Fall keinerlei schwimmende Gegenstände der Mücke bei der Ablage dienlich waren. Hiermit wird die Feststellung SACK's (1912, S. 10) unterstrichen, der ebenfalls von einer frei auf der Wasserfläche Eierlegenden *cantans*-Mücke berichtet. Die einzelnen Eier lagen in einer Kreisform von ca. 4 cm ø in dem Mittelpunkt der Zuchtschale gehäuft. Ob ein solches Verhalten auch in der Natur vorkommt oder ob die Aedinen nur aufs Trockene legen, sei dahingestellt. Nach der Vielzahl diesbezüglicher Beobachtungen sei eher letzteres angenommen, doch mag das Versuchsergeb-



nis – wenn auch die Mücke möglicherweise wegen Fehlens normaler Ablagestellen oder aus Legenot dieses Verhalten zeigte – zu neuen Überlegungen Anlaß sein. Gleichzeitig ist eine erste Antwort auf MARTINI's (1946, S. 189) Frage gefunden, wie viele Eier das Weibchen von *Aedes cantans* legt. Die Zahl müßte eigentlich von der eines Geleges in freier Natur nicht wesentlich abweichen, da, wie erwähnt, die Mücke beim Stechen im Wald gefangen und nach nochmaliger Fütterung im Käfig zur Eiablage schritt. 80 Eier scheinen im Vergleich zu denen anderer Arten allerdings wenig zu sein, obwohl die von *Aedes cantans* doppelt so groß waren wie z. B. die von *Culex pipiens*. Sollte EYSELL's Beobachtung (1903, S. 12ff.) als normaler Präzedenzfall zu werten sein – *Aedes cinereus* erzeugte bei diesem Autor in jedem Gelege 50 bis 70 relativ große Eier – so wird der hier gewonnene Befund natürlichen Verhältnissen jedoch ebenso entsprochen haben.

Die während der gesamten Untersuchungszeit erhaltenen Ergebnisse hinsichtlich der Beziehung zwischen Mensch und Mücke sind im Folgenden dargestellt. Es muß aber ausdrücklich betont werden, daß eine Verallgemeinerung der bei den Stechversuchen gemachten Feststellungen aus bekannten Gründen unzulässig ist.

Am 16. VI. 1955 wurden 13 Weibchen von *Aedes cantans* im „Waldwinkel“-Gebiet gefangen, die wegen ihrer Stechwilligkeit zu den Versuchen geeignet erschienen. In einem der schon beschriebenen Käfige, unter dem eine Glasschale stand, benahmen sich die Mücken beim Einlaß ähnlich den aus Larven gezogenen, indem sie am hellen Tag die dunkelsten Stellen in Deckennähe aufsuchten. Nur innerhalb der folgenden sieben Tage hatte Verf. beim Angebot seines rechten oder linken Unterarmes einschließlich der Hand Erfolge beim Stechen. Dreimal täglich bekamen die Mücken 20 Minuten lang die Blutnahrung angeboten: morgens (8 bis 9 Uhr), mittags (zwischen 12 und 14 Uhr) und spätnachmittags (16 bis 17 Uhr). Eigenartigerweise wurden das morgendliche Angebot nie beachtet. Regelmäßig mußten die Tiere zuerst aufgescheucht werden, um ihre Reizwahrnehmung zu wecken, denn die unnatürliche Umwelt konnte sie keinmal dazu bewegen, von selbst anzufliegen.

Beim ersten Versuch dauerte es 8 Minuten, ehe eine Mücke anflug. Das Tier setzte sich auf die linke untere Daumenhälfte. Bald darauf flog eine zweite Mücke an die Innenseite des Unterarmes. Die Sättigungszeit war für beide durchschnittlich 3 Minuten. Der Hinterleib schwoh beim Saugen um mehr als das Doppelte einer nüchternen Mücke an. Am zweiten Tag nach Versuchsbeginn wurde das höchste Ergebnis erzielt. Nach 4 Minuten flogen fünf Mücken an, die verschieden zwischen 2 und 4 Minuten lang saugten. Eine benutzte den Handtellergrund, während zwei jeweils seitlich etwas

unterhalb der Ringfinger- und Kleine-Fingerspitze sogen; die beiden anderen setzten sich einmal außen und einmal innen an den Unterarm. Bevor der letzte Platz aufgesucht wurde, zeigte diese Mücke ein eigentümliches Verhalten. In 10 cm Entfernung vom Unterarm ließ sie sich auf die Holzkannte des Käfigs nieder. Darauf fing die Rüsselspitze an, sich „suchend“ zu bewegen, und das Tier schritt langsam in Richtung auf den Arm zu. Nun kletterte es auf die Käfigmanschette, unter der die bloße Haut war, und steckte den Rüssel versuchend zwischen einige Maschen des groben Stoffes (Stramin). Beim vierten Mal spürte Verf. den Einstich. Nachdem der Rüssel zu 2/3 in der Haut verschwunden war, wurde er wieder herausgezogen und erneut wieder eingesteckt. Hier sog die Mücke etwas Blut, ließ aber bald davon ab. 1 cm neben der letzten Einstichstelle erfolgte dann ein lohnender Versuch: die Mücke saugte sich in 1,7 Minuten prall voll. An diesem Ort entstand ein Quaddelfeld von ca. 3 qcm, während dort, wo die Vorversuche mit Einstichen unternommen wurden, keinerlei Reizung zu bemerken war. Manchmal ereignete es sich auch bei anderen Mücken, daß ein Tier nach der Reinigung des Rüssels, wie es häufig vor und nach dem Stich geschah, einige Stechversuche machte, dann aber ohne Blut zu saugen wieder abflog. Die Klimaverhältnisse bei den Versuchen im Käfig werden zusammen mit den nunmehr folgenden Ergebnissen, die bei Beobachtungen im Freien erhalten wurden, berücksichtigt.

Abbildung 25 zeigt die Resultate von Stechversuchen nach Temperatur, relativer Feuchte und absolutem Luftdruck getrennt; die Einteilung auf der Ordinate gibt die jeweilige Anzahl stechender

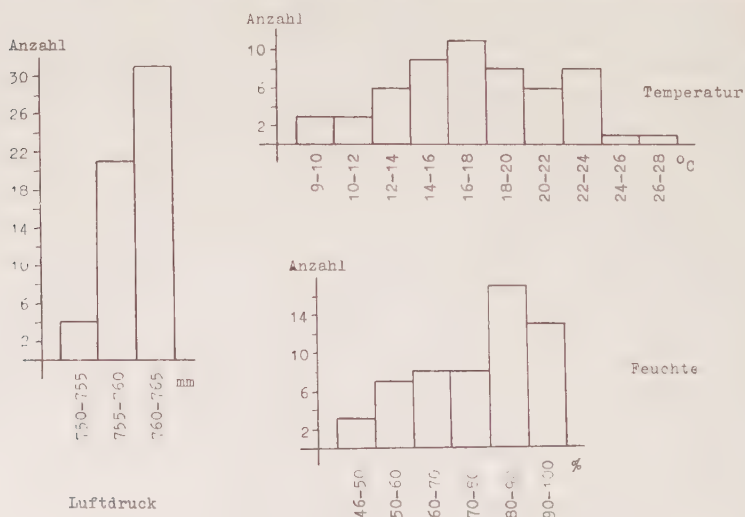


Abb. 25.

Mücken an. In ganz überwiegendem Maße haben sich *Aedes*-Formen im „Waldwinkel“-Gebiet an den Versuchen beteiligt. Da letztere unregelmäßig am Tage unternommen wurden, muß auf die Verteilung der anfliegenden Mücken der zeitlichen Komponente nach verzichtet werden. Das Stechgebaren, das nach rein subjektivem Ermessen beurteilt wurde, wird neben der Klimaabhängigkeit auch vom jeweiligen physiologischen Zustand des Verf. beeinflußt worden sein. Diese und ähnliche Vorbehalte, die noch anzuführen wären, schildern deutlich die Schwierigkeit bei der Erforschung des Problembereiches. Es ist nicht möglich, aus den Ergebnissen allgemein gültige Schlüsse zu folgern; erst jahrelange Beobachtungen unter gleichen Bedingungen dürften gesetzmäßige Zusammenhänge aufdecken. Trotzdem sei die eine Frage gestellt, ob WESENBERG-LUND (1943, S. 435) unbedingt recht hat mit der Behauptung; die quälende Plage sei nur am schlimmsten bei hoher Temperatur und hohem Feuchtigkeitsgehalt.

Was die Mücken sicher anlockt, ist der Literatur nicht zu entnehmen. Neuerdings erst haben SCHAEFFENBERG & KUPKA (1951, S. 411) nachweisen können, daß Schweiß, der bisher als hierzu wichtig angesehen wurde, als Duftköder ziemlich unbedeutend ist. Atemluft soll ebenso wie frisches Blut sehr anlockend wirken. Bei jedem Anfliegen stechwilliger Mücken konnte hier festgestellt werden, daß sie auf von Webstoffen bedeckten Hautstellen lieber ihre Einstichversuche ausführten, als bei unmittelbar daneben befindlicher nackter Haut. Dies gibt unzweifelhaft Anlaß zu der Vermutung: die immer erneut vom Körper in die Kleidung abgeschiedenen und damit konzentrierten Stoffe locken die Mücken mehr an als bloße Hautstellen. Es ist aber auch möglich, daß unbedeckte Hautstellen abstoßend wirken (?).

**Larven.** Die vier verschiedenen Bewegungsarten der Larven hat MARTINI (1931a, S. 100) schon beschrieben. Hier konnte außerdem mehrfach eine abnorme Überkompensation sowohl bei *Theobaldia annulata* wie auch bei *Aedes diversus* beobachtet werden, d. h. ihre Larven, die sich im IV. Stadium befanden, stiegen passiv und sehr langsam von der Bodenfläche zur Wasseroberfläche, wo sie sich dann normal zum Atmen aufhingen. Für die erstgenannte Art hatte HURTER (1926, S. 14) solches schon beobachtet und für die nur bei dieser Form vorkommende Regel angenommen; gewöhnlich aber hatten *annulata*-Larven in eigenen Zuchten die allgemein übliche Unterkompensation.

Daß es nicht gleichgültig ist, unter welchen Verhältnissen man gefangene Larven weiterzucht, und daß den Stechmückenlarven in besonderen Fällen eine große Empfindlichkeit zuzuschreiben ist, konnte bei Tieren des „Schwarzen Wassers“ bei Wesel



festgestellt werden. Dessen ausgesprochen spezielle Wassereigenschaften sind a. O. dargelegt worden<sup>1)</sup>. Trotzdem Wasser der Fundorte in den Zuchtschalen war, um meist erwachsene Larven und Puppen in ihnen weiterzuzüchten, starben diese innerhalb weniger Tage restlos, und zwar junge Larven später als ältere. Die pH-Messung ergab einen Anstieg von 4,1 auf 6,5 in drei Tagen. Nachdem bei einem zweiten Versuch in die Zuchtbehälter vertorfende Gräser, Ästchen und Blätter eingebracht waren, starben keine Tiere mehr, das pH hielt sich fast konstant, und aus den sich entwickelnden Puppen schlüpften normale Imagines. Bei diesen Zuchten handelte es sich um die Arten *Aedes cantans* (!), *Ae. cinereus*, *Ae. nemorosus* und *Ae. punctor*. Für die Form *cantans* war diese Beobachtung besonders bemerkenswert, da ihre Vertreter im Tümpel (A) ausschließlich bei pH-Werten um den Neutralpunkt vorkamen. M. E. sind nur die soeben aus ihren Eiern geschlüpften Larven besonders anpassungsfähig, erwachsene jedoch in beschränktem Maße, wie der Versuch zeigte. Daß die Nahrung von geringer Bedeutung gewesen sein muß, äußerte sich sowohl durch weniger schnelles Verenden einzelner junger Larven wie auch durch Absterben der Puppen neben dunklen, voll erwachsenen Larven, die nicht mehr fressen. Bisher ist sehr selten aus der Literatur bei physiologischen Versuchen mit gefangenen Mückenlarven ersichtlich gewesen, unter welchen Umständen die Tiere vor dem Fang gelebt haben; es ist jedenfalls bei irgendwelchen Angaben die Einschränkung vorzunehmen, daß es unter Umständen so sein kann (!), nie aber sein muß.

Lebewesen, die innerhalb der Untersuchungen als Feinde der Larven auffielen, sind bereits w. o. (vor allem Teil IV.) erwähnt worden. Der hierdurch erzielte Vernichtungsprozentsatz ist aber als derart gering anzunehmen, daß eine spürbare Minderung der Culiciden am Niederrhein, selbst durch eine Intensivierung biologischer Schädlingsbekämpfung m. E. nicht möglich sein wird. Mikroorganismen, Insekten und Vögel „bekämpfen“ die Stechmücken im biologischen Sinne, d. h. ein erheblicher Überschuß der Plageerreger wird durch sie wieder auf eine normale Populationsgröße zurückgedrängt, während dagegen eine kleine Anzahl Larven bzw. Imagines von ihnen kaum Beachtung erfährt.

Außer den erwähnten Larven vom Gelbrandkäfer (*Dytiscus marginalis* L.), die auch WESENBERG-LUND (1943, S. 432) als furchtbarste Feinde der Mückenlarven bezeichnet, und verschiedenen Arten von Libellenlarven sind noch zwei andere Organismen zu erwähnen. Die einen waren die schon bei den Imagines beschriebenen *Arrenurus*-Larven, welche auch an Larven und Puppen

<sup>1)</sup> KNOTT, W., 1957; in „Gewässer und Abwässer“, Heft 17/18.

der Culiciden als Ektoparasiten schmarotzen. Bei diesen beiden Stadien war der Parasitismus aber noch weniger häufig als beim Imaginalstadium.

Ein einziges Mal fand sich eine befallene Larve von *Anopheles „maculipennis“*, an der sich sechs Schmarotzer unterseits am Ende des Thorax und Beginn des Abdomens festgesaugt hatten. Deren Beeinflussung äußerte sich deutlich im „mageren“ Aussehen der *Anopheles*-Larve gegenüber unbefallenen Tieren, die gleichzeitig mit ihr am 28. V. 1956 in der Waldwinkelkuhle gefangen wurden; die Gesunden zeigten einen etwa doppelt so starken Körperbau wie der des kranken *Anopheles*.

Die zweite noch nicht erwähnte Tiergruppe, die bei der Erbeutung von Culiciden-Larven beobachtet wurde, war die Familie der L a n g b e i n f l i e g e n (Dolichopodidae). Mitte Juli 1955, als sich der Tümpel (A) kurz vor der Austrocknung befand, gelang es nach großer Mühe, fünf Tiere einer sehr flinken, metallisch grün schillernden Art zu fangen. Ebenso schnell wie in der Luft ihr Flug war ihr Laufen auf der Wasseroberfläche. Hier suchten sie einen geeigneten Platz zum Beutemachen, und sobald eine Stechmückenlarve zum Atmen vom Gewässergrund hoch kam, ergriffen sie diese mit ihren Mundwerkzeugen. Zwei von drei Weibchen der Langbeinfliegen – die beiden anderen waren ein Paar in Kopula – setzten noch im Insekten-Fangnetz das Aussaugen der von ihnen gefangenen Culiciden-Larve fort. Obwohl eine stattliche Anzahl von *Dolichopus spec.* am Tümpel mehr als eine Woche lang beobachtet wurde, nahm die Menge der anwesenden Larven von *Culex* und *Theobaldia* nicht merklich ab.

Um das Verhalten von F i s c h e n auf Mückenlarven im Aquarium zu untersuchen, wurden im Mai 1955 einige vergleichende Versuche angesetzt. Von elf Gestellbecken (50 x 30 x 30 cm) wurden acht Stück mit je 4 bis 8 Plötzen (*Leuciscus rutilus* L.) und Rotfedern (*Scardinius erythrophthalmus* L.) gemischt besetzt und in drei andere Aquarien durchschnittlich je 20 Stichlinge (*Gasterosteus aculeatus* L.) gegeben. Die Behälter waren ohne Einrichtung, ausgenommen Belüftung. In den ersten drei Tagen blieb der Wasserstand in allen Becken gleich hoch, ca. 28 cm. Dann wurde eine Menge fast erwachsener *Aedes*-Larven und -Puppen mit Daphnien und Cyclops aus dem Tümpel (A) zu den Fischen in die Aquarien geschüttet; die nun eintretende Reaktion war ganz verschieden. Am ersten Tag konnte in den meisten Becken gar kein Fressen – Crustaceen ausgenommen – beobachtet werden; die Fische hielten sich meist am Boden der Aquarien auf, so daß die fast dauernd an der Wasseroberfläche atmenden Culiciden von ihnen kaum zu bemerken waren. Erst dann, wenn die Oberfläche leicht erschütterte, tauchten die Larven und

Puppen abwärts. Kam eine von diesen in unmittelbare Nähe eines Fischmauls, schnappte das betreffende Tier zu; alle anderen um die Fische sich bewegenden Stechmücken blieben unbeachtet. Nach drei Tagen hatte sich das Bild geändert. Die drei Stichlings-Becken waren fast vollkommen frei von Larven und Puppen. In drei Weißfisch-Aquarien hatten die Futtertiere merklich abgenommen, in drei weiteren minimal und den beiden letzten gar nicht. Einen Tag später gab es lediglich in den letztgenannten fünf Becken noch Culiciden; in einem war fast die gleiche Anzahl wie beim Versuchsbeginn enthalten. Während vier der fünf Aquarien immer leerer an Futtertieren wurden, änderte sich im letzten auch nach acht Tagen nichts, bis dort der Wasserstand von 28 cm auf 15 cm gesenkt wurde; in zwei Tagen war auch dieser Behälter wie alle anderen frei von Stechmücken. Darauf gab man erneut in alle elf Aquarien wie zu Beginn des Versuchs gleichviele Futtertiere mit dem Erfolg, daß diese jetzt in zwei Tagen überall und sämtlich gefressen wurden.

Einige kurze Erklärungen zu diesen Beobachtungen scheinen angebracht. Offensichtlich zeigten die benutzten Fischarten ein Lernvermögen, dessen Schnelligkeit der Raublust direkt und der Größe der Fische umgekehrt verhältnismäßig war. Die Stichlinge, die infolge Kleinheit (Brutzeit!) alle Wasserschichten aufsuchten, stießen bald auf die ihnen sehr zusagenden Futtertiere, welche dann nicht lange ungefressen blieben. Durch die Arteigenheiten der Weißfische bedingt – vielfach und vorwiegend am Gewässergrund in langsamen Bewegungen zu schwimmen und vegetabilische Kost zu sich zu nehmen – konnten diese die Larven und Puppen erst zufällig, wie oben geschildert, finden und nach einer Art von Gewohnheitsänderung – Schwimmen an der Wasseroberfläche – direkt suchen. Zu solchen biologischen Momenten kam noch die veränderte Umwelt der Fische hinzu: Teich – Aquarium. Vor dem Einsetzen der Culiciden hatten die Fische etwa fünf Tage ohne Futter bei ca. 18° C gelebt, während ihre Heimatgewässer (Waldwinkelkuhle u. ä.) zu der Zeit Temperaturen um 10° C aufwiesen. Dem jahreszeitlich physiologischen Zustand entsprechend waren alle Fischarten in einer laichwilligen Verfassung, in der bekanntlich viele Arten auf jede Nahrungsaufnahme verzichten. Doch die etwas höheren Temperaturen und das ungewohnte, gute und nährhafte Futter mögen die Situation verändert haben. In der Natur fressen Weißfischarten in der Regel niemals Stechmückenlarven, da solche an für die Fische ungewöhnlichen Plätzen brüten. Daß Stichlinge zur Culiciden-Bekämpfung mit unterschiedlichem Erfolg verwandt worden sind, kann als bekannt vorausgesetzt werden (HURTER 1926, S. 24 u. 126; SCHNELL & KOCH 1938, S. 256, 257 u. 261).



## VII. ZUSAMMENFASSUNG

**Arbeitsweg.** Zwei Landschaftsräume am Niederrhein – Hülserbruch-Gebiet, Nette-Gebiet – werden unter ökologischen Gesichtspunkten auf ihre Culiciden-Besiedlung hin untersucht.

Wegen geeigneter Lage erfahren fünf Brutplätze des Hülserbruches eine ausführlichere Beobachtung, vor allem, neben den Untersuchungen der Besiedlung durch Stechmückenlarven und -puppen, in hydrographischer Hinsicht: ein Laubwald-Tümpel, drei Baumhöhlen und ein Weiher-Gewässer. Es werden die Ergebnisse (Wasserstand, Temperatur, Chemismus, Biozönose), die innerhalb eineinhalbjährigen Vegetationsperioden gewonnen wurden, außer dem Text in Kurvenbildern, Tabellen und Fotos veranschaulicht.

An den restlichen Fundplätzen werden die vorkommenden Arten festgestellt und auffallende Eigentümlichkeiten der Habitats geschildert.

Wegen der Größe des Nette-Gebietes kommt nur eine Auswahl verschiedenartiger natürlicher und kultureller Landschaftsteile, die jedoch alle skizzenhaft geschildert werden, zur Abhandlung. Es wird im Vergleich zum ersten Untersuchungsraum wegen äußerer Gründe nicht so sehr auf die Bearbeitung der Fundorte, sondern auf die Erfassung aller an den beobachteten Stellen vorkommenden Culiciden die meiste Zeit verwandt.

Von der jeweiligen Culiciden-Gattung ausgehend werden die festgestellten Arten aufgezählt. Außerdem werden nicht gefundene Formen erwähnt und Möglichkeiten für einen evtl. späteren Nachweis im Untersuchungsraum aufgezeigt.

Die gefundenen Culiciden-Arten werden, nach Imago und Larve getrennt, in ihren Erscheinungsbildern besprochen. Hierbei finden Vergleiche zwischen hiesigen Fundorten, zwischen eigenen Ergebnissen und denen der Beobachtungen in anderen Gebieten und Besonderheiten eine ausführliche Darstellung. Bei zwei Arten wird auf die Rassenbildung mehr oder weniger eingegangen.

Im letzten Kapitel werden einige Verhaltensstudien bei verschiedenen Culiciden-Arten beschrieben.

**Ergebnisse.** Die bei den Fundstellenuntersuchungen, bei der Artenfeststellung und bei den Verhaltensstudien grundsätzlich und neu gewonnenen Erkenntnisse gruppieren sich wie folgt<sup>1)</sup>:

1. Die Wasserführung des Laubwald-Tümpels (A) im Hülserbruch-Gebiet entbehrt, im Gegensatz zu früheren

---

<sup>1)</sup> Außerdem wird bei der Methodik eine neue Art der Dauerpräparation für Culiciden-Larven beschrieben.

Jahrzehnten (nach der Literatur), heutzutage einer jahreszeitlich bedingten Ausgeglichenheit. Die Gründe dafür sind sehr verschiedenartiger Natur. Auswirkungen zeigen sich dahingehend, daß z. B. die gesamten Herbstpopulationen zweier Culiciden-Arten wegen der Trockenheit des Brutgewässers ausfallen. Sollten die Wasserverhältnisse noch naturwidriger werden, mögen selbst die „Frühjahrs“-Arten in ihrem Jahreszyklus gestört werden. Es läßt sich an einigen Beispielen für die Temperatur und wenige chemische Komponenten die Wechselhaftigkeit zwischen den beiden vergleichbaren Vegetationszeiträumen, aber auch innerhalb sehr kleiner Zeit- und Ortsunterschiede veranschaulichen. Für letztere mag als charakteristisch hervorgehoben werden, daß 10 cm unter der Eisschicht in Bodennähe durch Sonneneinstrahlung verursachte Temperaturen von 4° C zu messen sind. Infolgedessen darf die vielfach gebräuchliche Temperaturangabe bei Fundstellenbeschreibungen in keiner Weise für absolut angesehen und zu starren Vergleichen herangezogen werden. Ähnliche Einschränkungen sind auch bei den Angaben chemischer Analysenwerte vorzunehmen. In Fortführung und unter Beachtung der aufgezeigten diesbezüglichen Zusammenhänge ergibt sich die konsequente Notwendigkeit, jede einzeln vorgenommene Prüfung als „Augenblick“ zu werten, welche wegen der Einmaligkeit innerhalb des untersuchten Gesamtzustandes nur sehr eingeschränkt zu vergleichenden Rückschlüssen benutzt werden darf.

2. Bei den *Baumhöhlen* (N), (P) und (T) wird dem jahreszeitlichen Rhythmus verschiedener Faktoren hydrographischer Art besondere Aufmerksamkeit geschenkt, weniger dem grundsätzlichen Charakter der Biotope, da dieser bereits früher eine Darstellung erfahren hat. Jede der drei Dendrotelmen erweist sich als einmalig fast in ihrer ganzen hydrographischen Periodizität. Die auffälligste Astatik tritt bei der Wasserführung in Erscheinung – ein Forschungsaspekt, der bisher wenig beachtet wurde, der hier aber m. E. weitgehend Ursache aller Lebens- und Stoffwechselvorgänge ist.

3. Die Untersuchungen der Kleinbezirke des *Weiher-Gewässers* (K) zeigen, daß die Arten *Theobaldia annulata* und *Culex pipiens* mit *Anopheles „maculipennis“* nicht unmittelbar benachbart vorkommen. *Mansonia richardii* ist hier auffallend wenig vertreten.

4. Bei den Untersuchungsergebnissen aller übrigen Fundstellen im Hülserbruch-Gebiet lassen sich nur in beschränktem Maße neue Erkenntnisse gewinnen. Hervorhebung verdient die an diesen Plätzen beobachtete allgemein schwache Besiedlung durch Culiciden. Außerdem kann bei den zum Brüten benutzten Viehtränken eine etwaig ähnliche Astatik wie beim Baumhöhlenbiotop festgestellt werden, besonders hinsichtlich der Temperatur und der Wasserführung.

5. Die Schilderung der *Imagines* fundplätze – für alle bisher besprochenen Orte zusammengefaßt – zeitigt bemerkenswerte Feststellungen bezüglich der Dichte und verhältnismäßigen Verteilung zwischen den einzelnen Arten.

6. Im Hülserbruch-Gebiet werden insgesamt 12 Culiciden-Arten gefunden.

7. Im Nette-Gebiet finden sich der Größe des gewählten Raumes entsprechend sehr verschiedenartige Biotope. Ein der Temperatur nach eigenartiger Brutplatz in einem Nadelwald verlängert auf Grund der Lage die Entwicklung seiner Culiciden-Bewohner um mehr als einen Monat gegenüber anderen Stellen. Die Aufenthaltsorte der *Imagines* sind denen anderer Untersuchungsgebiete ähnlich. Als einzige, bei früheren Culiciden-Forschungen untersuchte Stelle gibt die Leuther Mühle Anlaß zu Vergleichen. Insgesamt lassen sich 10 Culiciden-Arten ermitteln.

8. Es können in den zwei Gebieten am Niederrhein 5 Gattungen mit 14 Culiciden-Arten festgestellt werden. Die Gattungen *Dixa*, *Mochlonyx*, *Chaoborus* und *Orthopodomyia* bleiben unbearbeitet.

Für den Artenkreis *Anopheles maculipennis* gelingt der Nachweis weniger Individuen nur im Hülserbruch-Gebiet – Larven sehr viel mehr als *Imagines*. Die Gründe werden im Hinblick auf frühere Untersuchungsergebnisse angeführt, doch bleiben noch viele Fragen offen, die späteren Erkundungen vorbehalten bleiben müssen. – An besonderem wird eine bisher bei Larven von *Anopheles „maculipennis“* noch nicht beschriebene Farberscheinung geschildert – Die fast sprichwörtlich gewordene Scheu der Larven kann nicht bestätigt werden. – Ein wesentlicher Beitrag zur „Rassen“-Frage, besser Arten-Frage, kann mangels Tiermaterials nicht erfolgen. Die wenigen (3) Eier, welche nach mühevolem Suchen gefunden wurden, gehören ausschließlich der Art *messeae* an.

*Anopheles bifurcatus* bleibt ebenfalls an Zahl hinter der zu Arbeitsbeginn erwarteten Populationsdichte zurück. Neben denselben Ursachen wie bei der vorigen Gruppe kommt hier noch der Mangel an geeigneten Brutplätzen hinzu.

Eine der beiden „Hausmücken“-Formen, *Theobaldia annulata*, entzieht sich trotz ihrer Kulturfreundlichkeit in der imaginalen Lebensphase einer häufigen Beobachtung. Ihre Larven treten im übertragenen Vergleich zu bisherigen Untersuchungen in mittlerer Dichte auf. Die Art findet sich in beiden niederrheinischen Landschaften.

Ebenso tritt überall die Art der gleichen Gattung *morsitans* auf. Sie entspricht in ihrer Seltenheit den Ergebnissen, die schon frühere Autoren gewannen.

*Mansonia richardii* gehört zu den spärlichen Arten und beschränkt ihr Vorkommen auf solche Bezirke in beiden Landschaftsräumen, in denen Weiher und kleinere Seen angetroffen werden. – Von einem stechlustigen Verhalten der Mücke kann nicht die Rede sein

Obwohl die Bestimmung der *Aedes*-Arten mit Schwierigkeiten verknüpft ist, gelingt es, mit Sicherheit 8 Formen festzustellen, für welche alle, mit einer Ausnahme, Hypopyg-Präparate vorliegen. Das Vorkommen von 4 weiteren Arten ist wegen vorhandener und geeigneter Biotope wahrscheinlich und der Beachtung bei späteren Untersuchungen zu empfehlen. – Es kann im Jahre 1956, trotz des strengen Winters, kein späteres Auftreten der typischen „Frühjahrs“-Arten im Vergleich zum Vorjahr mit geringerer Kälte beobachtet werden. Das Schlüpfen der Larven beginnt bei Temperaturen um 2° C. Die Entwicklungszeiten für alle *Aedes*-Arten am Niederrhein sind im Verhältnis zu manchen anderen Landschaften als länger während anzusetzen. – Junge Tiere zeigen gegenüber verschiedenen Umwelteinflüssen andere Verhaltensweisen als erwachsene Larven. – Das Auftreten der Kaninchen-Myxomatose am Hülserberg wird erwähnt.

*Aedes cantans* kommt überall vor. Er ist die häufigste – neben *Culex pipiens* – und bei einer Plage unangenehmste Art. Weibliche Vertreter können noch im September beobachtet werden. – Die am häufigsten bei den Larven dieser Form parasitierenden Vorticellen haben keinen Einfluß auf das Wachstum und die Bewegungsfreiheit.

Bei *Aedes cinereus* wird kein Anzeichen für mehrere Generationen entdeckt. Die Art wird in beiden untersuchten Bezirken angetroffen.

Von *Aedes diversus* können keine Imagines in Freiheit beobachtet werden. Sein Vorkommen ist u. U. mit dem der vorigen Form vergleichbar und beschränkt sich auf das Hülserbruch-Gebiet.

Ebenso bleiben die Flugformen des *Aedes nemorosus* in unauffindbaren Mengen, eine Stelle im Nette-Gebiet ausgenommen. Mit Ausnahme dieses Ortes treten auch seine Larven nur vereinzelt auf. Im Hülserbruch-Gebiet findet sich die Art nicht.

Obwohl die Larven von *Aedes ornatus* dem speziellen Brutbiotop nach in mittleren Populationsgrößen vorkommen, werden Imagines nur vereinzelt gefunden. Im Nette-Gebiet wurde die Art nicht entdeckt. – Es wird die Tendenz beobachtet, eine ununterbrochene Generationenfolge im Jahr aufrecht zu erhalten. Ebenso scheinen die Larven bemüht zu sein, zu überwintern, was aber nirgendwo mit Erfolg ihrerseits beobachtet werden kann. – Die Schlüpfbedingungen für die Eier bleiben trotz eingehender Studien im Winter/Frühjahr und Sommer noch nicht ganz geklärt. – In den Untersuchungsergebnissen der Baumhöhlen kommt nicht so sehr die Erträglichkeit für die Larven gegenüber den Temperaturschwankungen, sondern



vielmehr dem Chemismus – gemeint sind hauptsächlich Fäulnis- und Abbaustoffe und deren Wirkung auf das Wasser – zum Ausdruck. Der pH-Wert ändert sich bedeutend nur in längeren Zeiträumen. – Die Larven sind etwas empfindsamer gegenüber Umwelteinflüssen als diejenigen anderer Arten.

*Aedes punctor* lebt als Larve ausschließlich in saurem Wasser (pH unter 6,0 bis 4,1). Nicht zuletzt aus diesem Grund fehlt die Form im Hülserbruch-Gebiet.

Viele Beobachtungsergebnisse für *Aedes quartus* sind mit solchen von *Aedes cantans* zu vergleichen, da Verwechslungsmöglichkeiten zwischen beiden Arten bestehen.

Nur ein einziges Weibchen von *Aedes vexans* wird im Hülserbruch-Gebiet gefangen.

Von der Gattung *Culex* kann in beiden Landschaften nur *Culex pipiens* nachgewiesen werden (*Culex apicalis* darf bei zukünftigen Untersuchungen noch zu erwarten sein). – Die hauptsächlichsten Beobachtungsergebnisse bezüglich des Verhaltens gegenüber den menschlichen Siedlungen und deren Bewohner werden mitgeteilt. – Die Art ist so produktionsfreudig und -fähig, daß bei ihr – ebenso wie bei *Theobaldia annulata* – durch den Ausfall aller Herbstpopulationen eines Jahres in der nächsten Entwicklungsperiode keine Minimierung festgestellt wird. – Ein eigenartiges Schwärmverhalten auf dem Hauptbahnhof in Krefeld wird beobachtet. – Die Larven der Art besiedeln die Dendrotelme (P) in geringer Anzahl. – Zur Rassenfrage läßt sich nur ein bescheidener Beitrag liefern. Ein Eierschiffchen, das mit Sicherheit zur Rasse *Culex pipiens pipiens* gehört, wird gefunden.

10. Beobachtungen der Verhaltensweise brachten in der Hauptsache folgende Ergebnisse:

Das Schlüpfen der Imagines geschieht meist vor 8 Uhr, zwischen 16° und 18° C, zwischen 90 und 100 ‰ relativer Luftfeuchtigkeit und zwischen 755 und 765 mm absolutem Luftdruck. – Es gelingt von einem *Aedes cantans* 80 Eier zu erhalten. – Die blutgierigsten *Aedes*-Mücken stechen am liebsten (beim Verf.!) zwischen 16° und 18° C, zwischen 80 und 90 ‰ relativer Luftfeuchtigkeit und zwischen 760 und 765 mm absolutem Luftdruck. Stechwillige Mücken fliegen eher auf Kleidungsstücke als auf bloße Haut (beim Verf.!). – Junge Culiciden-Larven sind unempfindlicher gegen pH-Wert-Schwankungen als alte. – Als Vertilger von Stechmückenlarven wird eine *Dolichopus*-Art (Langbeinfliegen) beobachtet. – Fische können, sofern sie von Natur aus keine Culiciden-Larven fressen, im Aquarium dazu angelernt werden.

## LITERATURVERZEICHNIS

(Die Jahreszahlenreihenfolge nach Buchstaben ist nur für diese Arbeit zu berücksichtigen.)

- ANSCHAU, M. & EXNER, H., - 1952 - Faunistische und ökologische Untersuchungen an steirischen Culiciden; *Z. Tropenmed. Paras.* 4, 1, 95—116.
- APFELBECK, V., - 1931 - Zur Biologie der in Jugoslawien beobachteten dendrolimnicolen Stechmücken; *Acta Soc. ent. Jugosl.*, 49—61.
- BENICK, L. & SAAGER, H., - 1940/41 - Die Mückenplage in Lübeck und ihre Bekämpfung; *Lübeck.-Blätter* Nr. 10 u. 34 (1940), 6 u. 13 (1941), 3—38.
- BIRJUKOFF, W. J., - 1927 - Über die Frage des Zusammenhangs zwischen der Wasserstoffionenkonzentration und der Verteilung der Mückenlarven in den Gewässern der Umgebung von Charkow. (Russisch); *Russ. Hydrobiolog. Z.* 7, 10—12, 251—256.
- BRANDT, A. v., - 1934 - Untersuchungen der Baumhöhlengewässer auf *Fagus silvatica*; *Arch. Hydrobiol.* 27, 546—563.
- BRANDT, A. v., - 1935 - Kleinlebewesen in Pflanzengewässern (Phytotelmen); *Prakt. Mikroskopie*, 3, 3—10.
- BRITZ, L., - 1955 - Über die Stechmücken-Fauna (Diptera, Culicidae) des Stadtkreises Leipzig; *Z. angew. Zool.* 1, 61—79.
- BUCHMANN, W., - 1931 - Untersuchungen über die Bedeutung der Wasserstoffionenkonzentration für die Entwicklung der Mückenlarven; *Z. angew. Ent.* 18, 404—417.
- BUCK, A. de., - 1935 - Beitrag zur Rassenfrage bei *Culex pipiens*; *Z. angew. Ent.* 22 (1936), 2, 242—252.
- BÜTTIKER, W., - 1948 - Beitrag zur Kenntnis der Biologie und Verbreitung einiger Stechmückenarten in der Schweiz; *Mitt. Schweiz. ent. Ges.* 21, 1—149.
- ECKSTEIN, F., - 1920 - Die einheimischen Stechmücken. Eine Schilderung ihrer Lebensweise und Anleitung zu ihrer Bestimmung. Einzeldarst. aus d. Gebiet d. angew. Naturw., Nr. 3, S. 1—58; München, Verlag Fr.-J. Völler.
- ECKSTEIN, 1922 - Die Verbreitung von *Anopheles* in Bayern und ihre mutmaßliche Bedeutung für die Einschleppung der Malaria; *Z. angew. Ent.* 8, 1—54.
- ECKSTEIN, 1936 - Experimentelle Beobachtungen an *Anopheles maculipennis*; *Arch. Schiffs- u. Tropenhyg.* 40, 9, 381—395.
- EICHLER, W.D. & SCHRÖDTER, H., - 1950 - Temperaturmessungen im *Anopheles*-Larven-Biotop (Oberflächenschicht ruhiger Kleingewässer); *Arch. Hydrobiol.* 43, 295—303.
- EYSELL, A., - 1903 - *Aedes cinereus* HFFGG. und *Aedes leucopygos* n. sp.; *Abh. u. Ber.* 48, Ver. Naturkde. Kassel, 285 (1—22).
- EYSELL, 1904 - Über Fang, Aufbewahrung und Versand von Stechmücken; *Insektenbörse* 21, 1—16.
- EYSELL, 1911 - Das Schlüpfen der Stechmücken; *Festschr. d. Ver. Naturkde. Kassel zur Feier seines 75-j. Besteh.*, 320—332.
- FESSLER, K., - 1949 - Beitrag zur Biologie einheimischer Anophelen. Diss. Tübingen.
- GALLI-VALERIO, B., - 1924 - Beobachtungen über Culiciden (nebst Bemerkungen über Tabaniden, Simuliden und Chironomiden); *Zbl. Bakt.*, Abt. I, Orig. 94, 309—313.
- Geologische Karten von Preußen, 1916.

- HAASE, L. W., - 1954 - Deutsche Einheitsverfahren zur Wasser-, Abwasser- und Schlammuntersuchung; Verlag Chemie; Weinheim/Bergstraße.
- HECHT, O., - 1929 - Über die Eiablage von *Anopheles bifurcatus*; *Arch. Schiffs-Tropenhyg.* 33, 640—644.
- HECHT, 1933 - Die Blutnahrung, die Erzeugung und die Überwinterung der Stechmückenweibchen; *Beih. Arch. Schiffs- u. Tropenhyg.* 37, Nr. 3.
- HENKEL, H., 1936 - Studien zur Entstehung und zum Verlauf einer *Aedes*-Plage; *Z. hyg. Zool. u. Schädl.-bek.* 28, 17—30.
- HÖPPNER, H., - 1927 - Das Hülserbruch einst und jetzt; *Die Natur am N'rhein*, 3., 1, 24—32.
- HURTER, E., - 1926 - Die Stechmückenplage in Mitteleuropa und ihre Bekämpfung; *Schweiz. Gesundheitspfl.*, 6. 1, 2, 3; 1—140.
- KNOTT, W., - 1957a - Niederrheinische Stechmücken. Ein Beitrag zur Ökologie der Culiciden; Diss. Kiel. 1—202.
- KNOTT, 1957b - Die Culiciden des „Schwarzen Wassers“ bei Wesel und seiner nächsten Umgebung; *Gewässer und Abwässer*, 17/18, 88—96.
- KOMÁREK, J. & BREINDL, V., - 1941 - Das heutige Verhältnis *Anopheles* — Tier — Mensch in Mitteleuropa; *Z. angew. Ent.* 28, 2/3, 501—506.
- KREISEL, CHR., - 1923 - Untersuchungen über den Einfluß von O<sub>2</sub>, CO<sub>2</sub> und Neutralsalzen auf Culiciden-Larven und -Puppen; *Zool. Jh., Phys.* 39, 459—534.
- KREUZER, R., - 1945 - Beobachtungen an einem Brutgewässer von *Mansonia (Taeniorrhynchus) richardii* (FIC.); *Arch. Hydrobiol.* 40, 4, 974—993.
- MARTINI, E., - 1920 - Über die Stechmücken, besonders deren europäische Arten und ihre Bekämpfung; *Beih. Arch. Schiffs- u. Tropenhyg.* 24.
- MARTINI, 1921a - Zur Bionomie unserer Stechmücken; *Arch. Schiffs- Tropenhyg.* 25, 341—347.
- MARTINI, 1921b - Über Stechmücken- und Kriebelmückenzucht; *Arch. Schiffs- u. Tropenhyg.* 25, 120—121.
- MARTINI, 1922 - Bemerkungen zu einigen neueren Mückenarbeiten, welche auch für die deutsche Fauna wichtig sind; *Ent. Mitt.* 11, 4, 158—166.
- MARTINI, 1923. Die Stechmücken und die Trockenheit des letzten Jahres; *Z. angew. Ent.* 9, 121—132.
- MARTINI, 1924 - Culiciden-Beobachtungen; *Z. angew. Ent.* 10, 2, 436—447.
- MARTINI, 1931a - Culicidae, in LINDNER's: Die Fliegen der paläarktischen Region; Lieferung 46. Stuttgart.
- MARTINI, 1931b - Über *Anopheles bifurcatus* und *algeriensis*. Beobachtungen in Deutschland; *Anz. Schädlingsk.*, 7. 10, 109—110.
- MARTINI, 1946 - Lehrbuch der medizinischen Entomologie. 3. Auflage, Verlag G. Fischer, Jena.
- MARTINI, 1951 - Über *Anopheles* in Schleswig-Holstein und im Niederelbegebiet; *Mitt. d. faun. Arb.-gem. f. Schlews.-Holst., Hmbg. u. Lübeck; Neue Folge*, 4. 2, 17—24.
- MÖLLRING, F. K., - 1956 - Autogene und anautogene Eibildung bei *Culex* L. Zugleich ein Beitrag zur Frage der Unterscheidung autogener und anautogener Weibchen an Hand von Eiröhrenzahl und Flügellänge; *Z. Tropenmed. Paras.* 7, 1, 15—48.
- NESTERWODSKAJA, J. M., - 1942 - Zur Ökologie von *Anopheles claviger* (*bifurcatus*) MEIGEN im Kiewer Gebiet; *Dtsch. tropenmed. Z.* 46, 21, 538—543.
- NEUMANN, R. O., - 1912 - Brauchen die Stechmücken zur Reifung ihrer Eier Blut? *Arch. Schiffs- u. Tropenhyg.* 16, 27—30.
- PAVISIC, V., - 1938 - Über die Ökologie der Baumhöhlenlarven in Jugoslawien; *Arch. Hydrobiol.* 33, 700—705.

- PEUS, FR., - 1930 - Zur Biologie der Hausmücke *Culex pipiens* L. während der Wintermonate; *Z. Desinf. u. Gesdh. wes.*; 22, 5, Spalte 409—414.
- PEUS, FR., 1932 - Die Stechmückenplage im Spreewald und die Möglichkeiten ihrer Bekämpfung; *Z. Gesundh.-technik*; 3, 4, 5, Spalte 133—202.
- PEUS, FR., 1950 - Stechmücken. Die neue Brehm-Bücherei. Akadem. Verlagsges. Geest & Portig K.-G., Leipzig; A. Ziemsen Verlag, Wittenberg/Lutherstadt.
- ROHNERT, U., - 1951 - Wassererfüllte Baumhöhlen und ihre Besiedlung; *Arch. Hydrobiol.* 44, 3, 472—516.
- SACK, P., - 1912 - Aus dem Leben unserer Stechmücken; 42. Bericht der Senckenberg. Naturf. Ges. Frkft./M.; Heft 4, 2. Auflage.
- SCHAERFFENBERG, B. & KUPKA, E., - 1951 - Untersuchungen über die geruchliche Orientierung blutsaugender Insekten. I. Über die Wirkung eines Blutduftstoffes auf *Stomoxys* und *Culex*; *Öster. Zool. Z.*, 3, 4, 410—424.
- SCHMIDT, H., - 1926 - Untersuchungen an Rhizopoden aus Baumhöhlen; *Verh. nat. Ver. Rheinl. u. Westf.* 82, 218—226.
- SCHNEIDER, P., - 1913 - Beitrag zur Kenntnis der Culiciden in der Umgebung von Bonn; (Diss.) *Verh. nat. Ver. Rheinl. u. Westf.* 70, 1—54.
- SCHNELL, H. & KOCH, E. L., - 1938 - Das Vorkommen der Stechmücken *Anopheles maculipennis* und *Anopheles bifurcatus* in der Wetterau; *Allg. Forst- u. Jagdz.*, 114, 8, 254—262.
- SCHUBERG, A., - 1928 - Das gegenwärtige und frühere Vorkommen der Malaria und die Verbreitung der *Anopheles*-Mücken im Gebiete des Deutschen Reiches; *Arb. Reichsgesdh. amt* 59, 1—428.
- SORG, G., - 1948 - Beobachtungen über Anophelen im Bezirk Tübingen. Diss. Tübingen.
- STEEGER, A., - 1925 - Landschaftsformen am linken Niederrhein; *Die Natur am N'rhein*, 1, 1, 8—19.
- STEEGER, A., 1928 - Das Nettetal am nördlichen Niederrhein und der „Viersener Horst“; *Die Natur am N'rhein*, 4, 1, 1—17.
- THIENEMANN, A., - 1935 - Die Tierwelt der tropischen Pflanzengewässer; *Arch. Hydrobiol.*, Suppl. 13, 1—91.
- THIENEMANN, A., 1938 - Frostboden . . . Ein Beitrag zum Problem der Stechmückenplage in Lappland; *Arch. Hydrobiol.* 34, 306—345.
- VOGEL, R., - 1940 - Zur Kenntnis der Stechmücken Württembergs III; *Jahresh. d. Ver. f. vaterl. Naturkde. in W'berg*, 97—116.
- VOLLMER, O., - 1936 - Kleiner Beitrag zur Kenntnis der Verbreitung der *Anopheles* im Rheinland; *Arch. Schiffs- u. Tropenhyg.* 40, 6, 255—259.
- WARASI, W., - 1931 - Biologie der *Anopheles*-Larven (*An. mac.* in Verbindung mit den Wasserfaktoren des Anophelismus in Kolchis); *Arch. Schiffs- u. Tropenhyg.* 35, 336—345.
- WESENBERG-LUND, C., - 1943 - Biologie der Süßwasserinsekten. Verl. J. Springer, Berlin-Wien.
- WEYER, FR., - 1934. - Über den Cl-Gehalt und das pH verschiedener Brutgewässer von *Anopheles maculipennis* in Norddeutschland und die Beziehungen zur Rassenfrage; *Arch. Hydrobiol.* 27, 595—608.
- WEYER, FR., 1937 - Rassenforschung bei Stechmücken. *Naturwissenschaften*, 25, 33, 529—535.
- WEYER, FR., 1938 - Geographische Verbreitung der Rassen von *Anopheles maculipennis* in Deutschland; *Z. Parasitenk.* 10, 4, 437—463.
- WEYER, FR., 1939. - Die Malaria-Überträger. Verlag G. Thieme, Leipzig.
- WEYER, FR., 1948 - Die „Rassen“ von *Anopheles maculipennis* in Deutschland; *Z. Parasitenk.* 14, 1/2, 38—59.



WEYER, FR., 1951 - Neuere Beobachtungen über die Anophelen in Deutschland;  
*Z. Tropenmed. Paras.* 2, 3, 367—401.

WEYER, FR., 1956 - Bemerkungen zum Erlöschen der ostfriesischen Malaria  
und zur *Anopheles*-Lage in Deutschland; *Z. Tropenmed. Paras.* 7, 2,  
219—228.

Anschrift des Verfassers:

Dr. WOLFGANG KNOTT

(22a) Mönchengladbach

Am Kämpchen 7,

DEUTSCHLAND.

# Studies on Brackish-water Rotifers

## V. Some Rotifers from Weymouth Harbour (British Channel)

By

MARG. DE RIDDER  
(Ghent)

### I. INTRODUCTION.

Since 1953, Mr. N. TEBBLE of the British Museum (N. H.) is conducting an investigation on a tubed marine worm, *Merceriella enigmatica*, that threatened to become a nuisance to Weymouth Harbour structures (cf. TEBBLE, 1953). In order to collect data about conditions of development and more precisely spawning of the fore-said worm, series of plankton samples were taken in the harbour waters, from April till end of August, 1953. Mr. TEBBLE kindly asked me to study the Rotifers that possibly might occur in these samples in connection with the spawning temperatures; the problem was, whether the presence of a given species Rotifer could be used as an indication relating to the occurrence of the trochophorous larva of *Merceriella*.

As the Rotifers of the region have never been studied, I thought it of some interest to give below the results of the examination, together with some notes on the known distribution in British brackish waters of the various species and a few other remarks.

I thank Mr. TEBBLE for having kindly put at my disposal the material studied below. Moreover, a further set of plankton samples, taken in 1958, has been put at my disposal. The results of the study thereof are added to the results of 1953.

I also wish to thank Mr. A. L. GALLIFORD, who kindly read the M. S. and made many useful suggestions. He moreover permitted me to use some of his unpublished records of Rotifers.

## II. SOME ENVIRONMENTAL FEATURES.

As said in the introduction, the samples have been collected in connection with the problem of *Mercieriella enigmatica*. Accordingly, all the collecting has been made in a definite section of the harbour backwater, i.e. in the neighbourhood of the sluice gates, separating the tidal Harbour from the fresh-water Radipole Lake (see map). As a means for destruction of mosquito larvae, the latter had been flooded with seawater from March till end September 1952, when the sluice gates were again closed. At the time of the 1953 sample collection, Radipole lake was again very near its original condition, which may be qualified as fresh. In subsequent years, the experience has not been consistently repeated: the automatic sluice gates allowed just enough seawater to make possible boating on Radipole lake, because there is not always enough water coming from the river Wey.

TEBBLE (1953) gives some salinity data relating both to the previous and to the artificial conditions of the lake (samples from 4 stations were analysed in 1952):

before flooding:  $\text{NaCl} = 0,03$  to  $0,118^{0}_{00}$ .

during the period of flooding:  $\text{NaCl} = 9,74$  to  $16,07^{0}_{00}$ .

salinity maxima:  $\text{NaCl} = 5,85$  to  $25,40^{0}_{00}$ .

It is to be noted that the low maximum of 5,85 refers to the uppermost station that has been least affected by flooding.

The normal salinity values of the harbour backwater were, according to TEBBLE, *ibid.*,  $6,56^{0}_{00}$  (low tide value) till  $30,81^{0}_{00}$  (high tide value). It results from the above figures, that the harbour backwater is a meso- to polyhaline milieu, according to the state of the tide.

Our samples have thus been collected in two quite different milieus viz. series 1 to 5 (see map) in an almost marine milieu, and series 6 to 8 in an originally freshwater milieu, distinctly affected by a previous admixture of seawater. The 1958 samples have been taken in stations 1 to 4 above.

Mr. TEBBLE kindly supplied me with some salinity data, received from Dr. E. J. GORDON WALLACE, Medical Officer of Health, Weymouth. These data refer to 1953 and are tabulated as below:

a) Radipole lake: 1,811 till  $4,097^{0}_{00}$   $\text{NaCl}$ .

b) harbour: low tide: 6,56 till  $7,63^{0}_{00}$   $\text{NaCl}$ .

high tide: 10,85 till  $29,47^{0}_{00}$   $\text{NaCl}$ .

The figures for Radipole lake are very notably higher than those noted before the flooding; those for the harbour are practically the same as those given above.

Finally, we extract from a report of a government chemist, dated 6th July, 1953, the following  $P_H$  values:

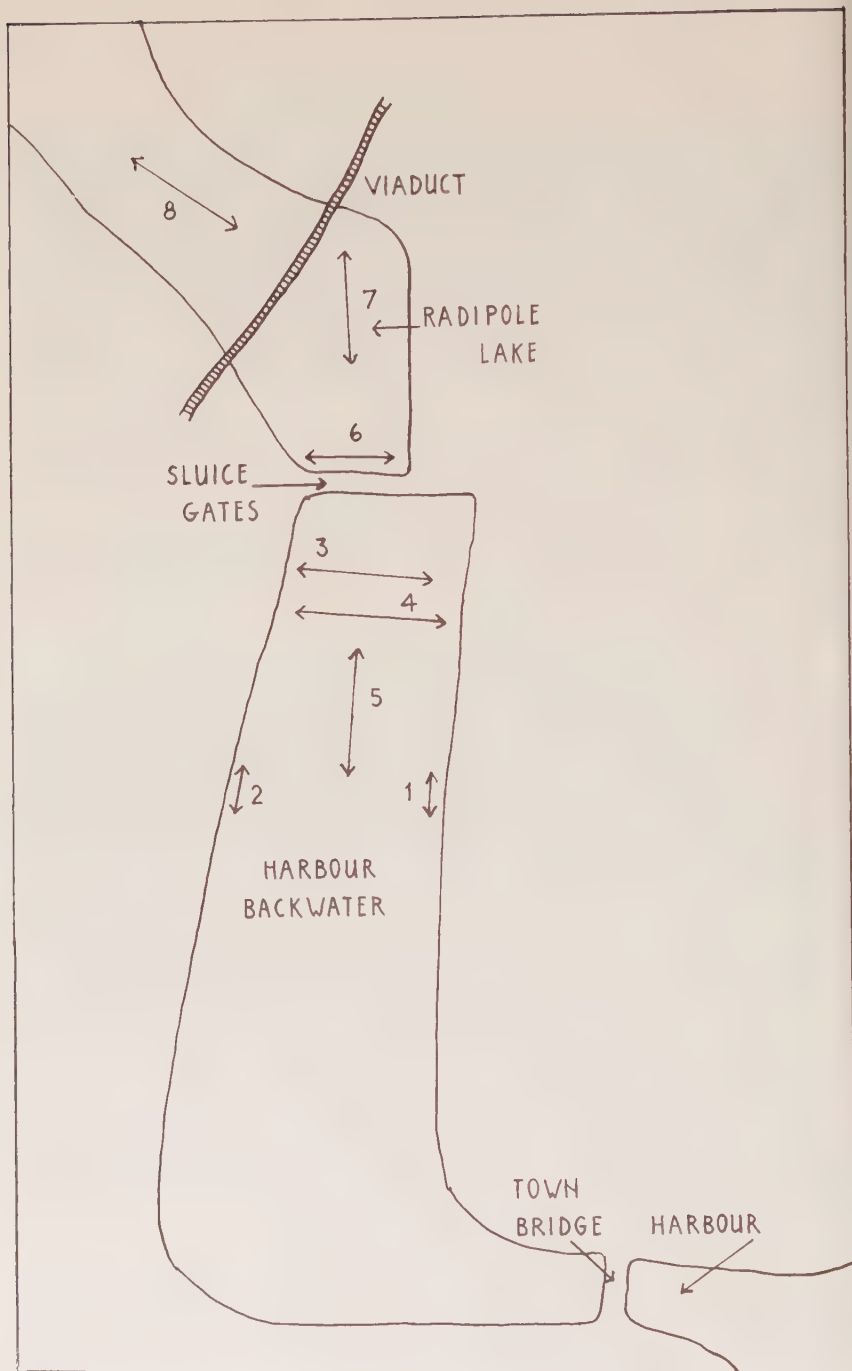


Fig. 1. Parts of harbour backwater and Radipole Lake (Weymouth), showing the stations where samples were taken.



- a) Radipole lake: 7,9 till 8.1. } (sample taken on 22th June 1953)  
 b) harbour: 8,1.

I have not at my disposal figures for any year subsequent to 1953, excepting 1957. The salinity values for that year are as follows:

station 1: NaCl = 15,538<sup>0</sup>/<sub>00</sub>

station 2: „ = 10,574<sup>0</sup>/<sub>00</sub>

station 3: „ = 2,281<sup>0</sup>/<sub>00</sub>

station 4: „ = 2,063<sup>0</sup>/<sub>00</sub>

According to the various figures given above, there has not been any appreciable salinity change in the harbour. It may be admitted that the figures for 1958 are sensibly the same.

### III. LIST OF SAMPLES.

The location of the samples is given on fig. 1. Note: the temperatures are in degree Celsius.

Stations								
Date	1	2	3	4	5	6	7	8
11.5.1953	15,4°	15,4°	—	16,2°	16,2°	16,2°	16,8°	—
27.5.1953	15,9°	16,5°	17,0°	18,2°	19,3°	18,8°	18,8°	19,8°
3.6.1953	12,7°	12,7°	12,9°	13,2°	12,9°	—	13,2°	14,3°
24.6.1953	—	—	—	—	no temp. given	—	—	—
1.7.1953	18,7°	19,2°	20,9°	19,8°	19,8°	21,4°	21,4°	20,3°
6.7.1953	18,4°	18,7°	19,0°	18,7°	18,7°	20,6°	20,3°	20,3°
15.7.1953	18,7°	18,7°	19,8°	19,8°	18,7°	21,4°	21,4°	20,3°
27.7.1953	19,2°	19,5°	19,8°	19,1°	19,2°	—	—	21,2°
5.8.1953	20,9°	20,9°	22,0°	21,4°	20,3°	22,6°	22,6°	23,1°
12.8.1953	21,7°	21,7°	22,6°	22,0°	21,7°	23,7°	24,0°	22,6°

Total number of samples: 68.

Temperature figures for 1958:

Stations				
Date	1	2	3	4
25.6.1958	17,0°	17,0°	—	—
3.7.1958	17,6°	17,0°	18,7°	17,6°
9.7.1958	19,2°	19,2°	22,0°	18,2°
22.7.1958	18,2°	18,2°	20,9°	18,2°

#### IV. LIST OF SPECIES FOUND.

* <i>Synchaeta vorax</i>	<i>Keratella quadrata</i>
<i>Polyarthra dolichoptera</i>	<i>Notholca acuminata</i>
* <i>Polyarthra remata</i>	<i>Notholca squamula.</i>
* <i>Polyarthra vulgaris.</i>	<i>Colurella adriatica.</i>
* <i>Brachionus angularis.</i>	<i>Colurella colurus.</i>
* <i>Brachionus calyciflorus.</i>	<i>Asplanchna brightwelli.</i>
* <i>Brachionus urceolaris.</i>	* <i>Asplanchna priodonta.</i>
<i>Keratella cochlearis.</i>	<i>Filinia longiseta.</i>
<i>Keratella tecta.</i>	

#### V. REMARKS ON THE SPECIES FOUND.

##### 1. *Synchaeta vorax*.

Found in following samples:

27.5.1953, n° 1,2,3 and 5: rare to very rare.

3.6.1953, n° 1,2,3 and 8: very common.

n° 4: very rare.

22.7.1958, n° 4: very common.

Besides, other specimens belonging to the genus *Synchaeta* were found in samples of

11.5.1953, n° 6 } very rare.

27.5.1953, n° 7 }

24.6.1953, n° 5 } rare.

1.7.1953, n° 2 }

These specimens could not be identified, owing to the usual formalin contraction. However it can be said that they were not *Synchaeta vorax*.

*Synchaeta vorax* has repeatedly been mentioned from the British coast: ROUSSELET (1902) first described it from the harbour of Dundee; he thought it to be a summer form. GALLIFORD (1945) found it in brackish water pools and in the sea near Liverpool; GALLIFORD & WILLIAMS (1948) noted it from a pool and from tidal waters in Leasowe, Cheshire; GALLIFORD again (1955) found this species in salt marshes in the Dee estuary, in January, March till June, August, November and December, in a temperature range from 42 to 78° F; the salinity varied from 10,76 till 31,30‰.

HOLLOWDAY (1949) mentioned *Synchaeta vorax* for Plymouth, where it was the most common species. Other references are given

---

\* Species marked with an asterisk were found both in 1953 and 1958. Moreover, a species of *Cephalodella* was found in 1953 as well as in 1958; it could not be identified owing to formalin contraction.

by the same author, and include Southport (Lancashire) and West-Mersea (Essex), this last record following GALLIFORD and RUDLIN. Salinity following GALLIFORD (M. S.): 33,8 to 37,8<sup>0</sup>/<sub>00</sub>

Unpublished records of GALLIFORD include moreover: Taw salt-marsh, Barnstaple, Devon (salinity not recorded) and Spawning ponds, Marine Biological Station, Port Erin, Isle of Man. Salinity 35,40<sup>0</sup>/<sub>00</sub>.

2.-4. *Polyarthra dolichoptera*, *P. remata* and *P. vulgaris*.

*Polyarthra dolichoptera* was found in samples of

11.5.1953, n° 2, 4, 5, 6 and 7: very common.

27.5.1953, n° 2: very rare.

n° 3, 4, 5 and 6: common to very common.

3.6.1953, n° 4: very common.

n° 8: rare.

5.8.1953, n° 6 and 7: very rare.

*Polyarthra remata* was met with in samples of

11.5.1953, n° 2 and 4: rare.

n° 5, 6 and 7: common to very common.

27.5.1953, n° 4: very common.

n°, 5, 6, 7 and 8: rare to very rare.

3.6.1953, n° 4, 5, 7 and 8: rare to very rare.

24.6.1953, n° 4: very rare.

15.7.1953, n° 3: very rare.

27.7.1953, n° 2: very rare.

9.7.1958, n° 2: very rare.

*Polyarthra vulgaris* on the other hand was only found occasionally; it was present in samples of

27.5.1953, n° 4: very rare.

n° 8: common.

3.6.1953, n° 7 and 8: very common.

6.7. 1953, n° 3: very rare.

9.7.1958, n° 1: rare.

From the above data, it may be concluded that *Polyarthra dolichoptera* and *P. remata* are spring forms, quite common during most of May; while the first was still abundant in some samples taken in the beginning of June, the second seemed to diminish in numbers toward the end of May. Both were at most occasional in July and August.

*Polyarthra vulgaris*, while met with in a few samples only, showed some abundance by end of May and beginning of June.

As a general remark, it can be said that *P. dolichoptera* and *P. remata* seem to be euryhaline species, while *P. vulgaris* is possibly more bound to fresh water.

Most authors do not distinguish between the various species of *Polyarthra*, which have been lumped under the name of *P. trigla*. As a consequence, it is impossible to give from the literature adequate information about their presence in various localities. *Polyarthra* spec. was noted by GALLIFORD (1955) for Leasowe (Cheshire).

#### 5. *Brachionus angularis*.

Met with in samples:

11.5.1953, n° 2: very rare.

n° 4, 5, 6 and 7: common to very common.

27.5.1953,: in all 8 samples, common to abundant, excepted in sample n° 1, where it was scarce.

3.6.1953,: absent in samples 1 and 2, very rare in n° 3, in all remaining samples common to abundant.

9.7.1958,: n° 3: rare.

In 1953, this species disappeared completely after the usual spring maximum. *Brachionus angularis* is mostly considered as a typical freshwater form. From our data it will be seen, that it sometimes supports high salinity ranges quite well.

It seems to be very rare in the British brackish waters. We nowhere found any indication about its occurrence in that biotope. GALLIFORD (M. S.) has found it at Oulton Broad, Lowestoft, Suffolk. Salinity = 3,84<sup>0</sup>/<sub>00</sub>.

#### 6. *Brachionus calyciflorus*.

This species was present in the following samples:

11.5.1953, n° 1: very common.

n° 5: common.

n° 6: rare.

27.5.1953, n° 2: very rare.

n° 3 to 8: common to very common.

3.6.1953, n° 3: very rare.

n° 4: abundant.

n° 5, 7 and 8: common to very common.

1.7.1953, n° 1 to 5: rare to very rare.

n° 6: very common.

n° 7: very rare.

6.7.1953, n° 6, 7 and 8: common to very common.

15.7.1953, n° 3: very rare.



n° 6: common.

27.7.1953, n° 3 and 8: very rare.

5.8.1953, n° 6 and 7: common.

n° 8: rare.

12.8.1953, n° 6: very rare.

25.6.1958, n° 1: very rare.

*Brachionus calyciflorus* is a very euryhaline and ubiquitous species; it has been mentioned by most of the British writers on Rotifers. Regarding brackish waters, I may mention GALLIFORD (1945): Liverpool; GALLIFORD and WILLIAMS (1948): Leasowe, Cheshire, in February and April, with a salinity range from 2,3 to 4,2‰; GALLIFORD (1949): River Mersey near end of Dungeon Lane, salinity 4,9‰; ID. (1953): shore pools, Hoylake.

#### 7. *Brachionus urceolaris*.

Found in samples of

11.5.1953, n° 1: common.

24.6.1953, n° 2, 3, 6 and 7: rare to very rare.

This species is known to be very euryhaline and is often met with in brackish waters. Therefore it is surprising that it was so rare in our samples, except on one occasion.

Regarding the British brackish waters, I find a few references by GALLIFORD and WILLIAMS (1948): Leasowe, Cheshire. They noted a maximum in July- August and a salinity range from 4,3 to 4,8‰. GALLIFORD (1953 and 1955) also found *Brachionus urceolaris* in the Dee salt marshes, in June.

#### 8. *Keratella cochlearis*.

I consider *Keratella cochlearis* and *K. tecta* as two distinct species. (De RIDDER, 1957). The former was present in the following samples:

27.5.1953, n° 6, 7 and 8: very rare.

3.6.1953, n° 3, 4, 7 and 8: very rare.

24.6.1953, n° 5: common.

1.7.1953, n° 1, 2, 3, 4 and 7: rare to very rare.

15.7.1953, n° 2 and 7: very rare.

27.7.1953, n° 4: very rare.

It seems that the biotope, examined in this paper, is not optimal for *Keratella cochlearis*, which is known to have a preference for freshwater. It was present in numerous samples, but always accidentally.

I was unable to find any reference about its occurrence in British brackish waters.

9. *Keratella tecta*.

This species was found in samples

27.5.1953, n° 8: very rare.

3.6.1953, n° 3, 4, and 7: very rare.

24.6.1953, n° 5: very rare.

1.7.1953, n° 3, 5, 7 and 8: very rare.

Remarks made under n° 8 (*Keratella cochlearis*) apply also to this species.

10. *Keratella quadrata*.

Found in samples

11.5.1953, n° 5 and 6: very rare.

28.5.1953, n° 1 to 8: in all samples common to abundant.

3.6.1953, n° 1 to 8: in all samples very common to abundant.

24.6.1953, n° 5: very rare.

1.7.1953, n° 2 and 7: very rare.

6.7.1953, n° 2 and 4: very rare.

15.7.1953, n° 1 and 7: very rare.

27.7.1953, n° 2 to 4: very rare.

5.8.1953, n° 5: very rare.

12.8.1953, n° 1: very rare.

The occurrence of *Keratella quadrata* in our samples was remarkable: this species was very rare in the samples taken on 11th of May, showed an abrupt increase in numbers during end of May and begin of June and practically disappeared in the later samples.

*Keratella quadrata* usually has 1 to 2 yearly maxima, the data of which are subject to variation. It is the abruptness and explosive character of its period of abundance in our samples that is unusual. Although *Keratella quadrata* is known to be euryhaline and even to form large populations in the sea (REMANE, 1929), there are very few records of its occurrence in the British brackish waters; in fact, only GALLIFORD (1945) and GALLIFORD & WILLIAMS (1948) found it in brackish pools, near Leasowe, Cheshire.

GALLIFORD (i.l.) adds the following remark: "I have never had it in tidal waters".

Finally, an unpublished record of the same author reads as follows: Oulton Broad, Lowestoft, Suffolk. Salinity: 3,84‰.

11. *Notholca acuminata*.

Occurred in samples

11.5.1953, n° 1: very rare.

24.6.1953, n° 5: common.

1.7.1953, n° 6: very rare.

This euryhaline form occurs in brackish waters during the whole year. It has been recorded for brackish waters of Great Britain by GLASCOTT (1893): Westford and Blenheim, near Waterford, Eastern Ireland.

HOOD (1895): Westport, Western Ireland.

BRYCE (1928): Millport, Scotland.

GALLIFORD (1945): Liverpool.

GALLIFORD & WILLIAMS (1948): Leasowe, Cheshire.

GALLIFORD (1955): Dee salt marshes, in Jan., Feb., April, June and September. Temp. from 42 to 64°F, salinity range from 1,4 to 14,8‰.

## 12. *Notholca squamula*.

Found in sample 24.6.1953, n° 5: very rare.

Another euryhaline form, that has been repeatedly recorded from British brackish waters, viz.

GOSSE (1887): Firth of Day, Devon coast.

HOOD (1895): Westport, West Ireland.

BRYCE (1928): Millport, Scotland.

GALLIFORD (1945): Liverpool.

GALLIFORD & WILLIAMS (1948): Leasowe, Cheshire. Especially abundant in winter and spring.  
Salinity from 2,1 to 24,2‰.

id. (1949): salt-pit, Wheelock, Cheshire.

id. (1955): Dee salt marshes, in Jan. to June, Sept. and Nov.  
Temp. from 39° to 66°F, salinity range from 1,5 to 23,85‰.

GALLIFORD (1953): brackish pool, west end of Bidston Dock.

GALLIFORD (M.S.) mentions it from a ditch in Strood Salt-marsh, Mersea Island, Essex. Sallinity: 35,4‰.

## 13. *Colurella adriatica*.

This species was found on 1.7.1953, sample n° 7, where it was very rare.

It occurs mostly in brackish water, sometimes in the sea and has been recorded for the British brackish waters by GALLIFORD (1945): near Liverpool. GALLIFORD & WILLIAMS (1948) mention it for Leasowe, Cheshire, mainly in Nov.-Dec., with a salinity range from 10,5 to 23,2‰. GALLIFORD again (1953 and 1955) found this species in the Dee salt marshes, in Feb., April and Nov. Temp. range: 42 to 48°F, salinity range: 2,25 to 18,7‰. The species seem to be very rare on the British coast; according to ZELINKA (1907)

however, *Colurella adriatica* has been recorded from both the northern and southern coast of Great Britain.

#### 14. *Colurella colurus*.

Like the preceeding species, *Colurella colurus* was only met with in one sample, viz. 3.6.1953, n° 4, where it was very rare.

It was formerly thought to be a marine form, but it occurs in fact in the sea as well as in brackish and in fresh water. Its rarity in our samples has to be compared with that of *Colurella adriatica*.

It has been noted by various British authors:

GLASCOTT (1893): Wexford and Blenheim near Waterford, East Ireland.

HOOD (1895): Westport, West Ireland.

ZELINKA (1907): Brackish Pools in Forfarshire and Devonshire.

BRYCE (1928): Millport and Firth of Tay, Scotland.

The last author (1924) says that it has been found in several British localities, both marine and brackish, but he does not give any particulars.

#### 15. *Asplanchna priodonta*.

Met with in samples

27.5.1953, n° 3: abundant.

n° 3, 5, 6 and 7: very rare.

n° 8: common.

3.6.1953, n° 2: abundant.

n° 4, 7 and 8: rare to very rare.

6.7.1953, n° 8: very rare.

3.7.1958, n° 4: very rare.

A typical fresh water species. There are however a few records of its occurrence in oligohaline milieus (DE RIDDER, 1957). This is the first record of *Asplanchna priodonta* for mesohaline brackish waters. It may be noted that I have found it in some samples from Burnham on Crouch (Essex), kindly sent by Dr. D. WAUGH, Officer in Charge, Fisheries Laboratory. May to August, temperature range from 14,4° to 20,5°C, pH from 8,1 to 8,3.

#### 16. *Asplanchna brightwelli*.

Occurred in following samples:

5.8.1953, n° 7 }  
12.8.1953, n° 6 } On both dates it was very rare.



The specimens observed were probably not in their optimum milieu, the species being in the main a freshwater one.

### 17. *Filinia longiseta*.

This species has been found in the following samples:

11.5.1953, n° 2: very rare.

n° 4, 5, 6 and 7: abundant.

27.5.1953, n° 1: very rare.

n° 3, 4, 5 and 6: common to very common.

3.6.1953, n° 2: very rare.

n° 4 and 8: common.

n° 5 and 7: rare.

Abundant during the spring maximum, (May, beginning of June), *Filinia longiseta* completely disappeared in the following months. It is more a fresh water form; it should however be relatively euryhaline, because it occurred in large numbers in salinities going up to 30‰.

I could not find any record about the occurrence of *Filinia longiseta* in British brackish waters.

## VI. OCCURRENCE OF EGGS.

9 of the 17 species found were carrying eggs at some moment. The species concerned were:

### 1. *Polyarthra dolichoptera*.

On 11.5.1953, one female was bearing an amictic egg, measuring 60 x 40 $\mu$ . A mictic egg, measuring 65 x 43 $\mu$ , was observed in sample of 4.6.1953. Our measurements agree with those noted by us previously (DE RIDDER, 1957).

A female found in sample of 11.5.1953 was bearing two mictic male eggs, 30 $\mu$  in diameter. These eggs were 50% larger than those referred to in our paper mentioned above (DE RIDDER, *ibid.*).

### 2. *Polyarthra remata*.

A female bearing two mictic male eggs was met with in sample of 4.6.1953. These eggs were spherical, with a diameter of 25 $\mu$ . Here also, the dimensions were much larger than noted previously (DE RIDDER, *ibid.*: 15 x 11  $\mu$ ).

### 3. *Polyarthra vulgaris*.

Eggs were seen only on one occasion, viz. in sample of 4.6.1953, when a female was bearing 5 mictic male eggs, measuring 23 $\mu$  in diameter.

#### 4. *Brachionus angularis*.

This species seemed to be in good reproductive conditions, because eggs were found during a rather long period:

- a) samples of 11.5.1953: several females were bearing one to three amictic eggs, measuring  $75 \times 50\mu$  on an average.
- b) samples of 27.5.1953: nearly all females (the species was then abundant) were bearing several big eggs, (length 90 to  $102\mu$ , breadth 65 to  $75\mu$ )

Although we have noted on previous occasions that the size of the eggs of *Brachionus angularis* is very variable (DE RIDDER, 1957), such large-sized eggs have not previously been met with.

- c) samples of 4.6.1953: a few individuals only had still an egg (exceptionally 3 to 5) about as large as eggs found in sample 11.5.1953. Moreover, in the latter sample, one female was bearing a resting egg, of spherical form, measuring  $70\mu$  in diameter.

#### 5. *Brachionus calyciflorus*.

*Brachionus calyciflorus* also seemed to be in excellent reproductive conditions: the period, during which eggs were found, extended from May to August.

27.5.1953: one female with egg:  $140 \times 102\mu$ .

4.6.1953: several females with 2 to 8 eggs, measurements as in the previous sample.

1.7.1953: several females with eggs:  $145 \times 110\mu$ .

5.8.1953: several females with eggs: length 78 to  $128\mu$ , breadth 75 to  $100\mu$ .

The beginning of July seems to be an optimum for this species. In general, the eggs were a little smaller than those measured for our paper alluded to above.

#### 6. *Keratella quadrata*.

Eggs of this species were also found on several occasions:

11.5.1953: one female with egg:  $78 \times 60\mu$ .

27.5.1953: one third of the individuals (which were abundant in all samples) were carrying eggs. These were 80 to  $100\mu$  long and 60 to  $68\mu$  broad.

3.6.1953: several females with eggs, 75 to  $80\mu$  long, 60 to  $65\mu$  broad. These measurements agree with those found on previous occasions (DE RIDDER, 1957).

7. *Asplanchna priodonta*.

In sample of 4.6.1953 we observed a just hatched embryo.

8. *Filinia longiseta*.

Of this species we also observed amictic and resting eggs.

11.5.1953: most of the individuals (which were abundant) were carrying a resting egg, measuring  $100 \times 75\mu$ ; one female had an amictic egg,  $55\mu$  long,  $40\mu$  broad.

27.5.1953: only one resting egg was encountered, no amictic ones

4.6.1953: only two loose resting eggs. Several females with amictic (one to three) egg(s), long 40 to  $65\mu$ , broad 40 to  $45\mu$ . These amictic eggs were rather small (DE RIDDER, 1957).

In addition, several females of *Synchaeta* spec. carried one or two eggs (sample 22.7.1958). Mr GALLIFORD (i.l.) points out that *Synchaeta vorax* does not carry its eggs. Our specimens belonged probably to another species, although we were inclined to recognise them as *vorax*.

VII. CONCLUSIONS.

Regarding the quantitative composition of the 1953 samples and the relative abundance of the species, the following can be said:

- a) there is a spring maximum, beginning at least in April and extending till the end of June.
- b) after the latter date, there is a pronounced fall both in species and in individual numbers.
- c) all the sets of samples show a distinctly lower proportion of species but not of individuals in samples 1 to 3, i.e. those with the highest salinity degree. The figures obtained show a gradual rise to samples 6 to 8, with the exception of sample 4 of 3.6.1953, probably an accidental maximum.

Regarding the qualitative composition of the samples,

- a) Nearly all the species noted belong to the freshwater category, including of course the ubiquitous ones. The exceptions are *Synchaeta vorax* and *Asplanchna brightwelli*.
- b) one species is recognised as new for the British Isles, viz. *Polyarthra vulgaris*.

As a general remark, I should like to add that there seems not to exist any relation between a given temperature and the Rotifer fauna. As far as the investigations on *Mercieriella enigmatica*, alluded to in the beginning of this paper, are concerned, the result of the above

study has been negative, in other words, there is no correlation between the breeding temperature of *Merceriella* and the breeding of Rotifers.

As to the 1958 samples, they were too few to allow any definite conclusion, excepting that the Rotifers were very much less abundant than in 1953, both in species and in individuals. There seems to be a pronounced decline in the rotatorian fauna in the harbour backwater of Weymouth and the same can be said of the plankton organisms generally. Of the reasons thereof we do not know much. It is not impossible that they lie in the fact there has not been regular communication between Radipole Lake and the backwater since 1954. The planktonic flora and fauna being for the most part of fresh water origin, they must have been steadily decreasing, since the interruption of the aforesaid communication, both qualitatively and quantitatively.

#### LITERATURE

- BRYCE, D. - 1924 - The Rotifera and Gastrotricha of Devil's and Stump Lakes, N. Dakota, U.S.A. *J. Quekett Micr. Club*, 15: 81—108, 3 figs.
- BRYCE, D. - 1928 - Rotatoria. *Scott. mar. Biol. Ass. Annual Report*, 1927—1928: 11—12.
- GALLIFORD, A. L. - 1945 - A Contribution to the Rotifer Fauna of the Liverpool Area. *The Liverpool Nat. Field Club Proc.*, 1945: 10—16, 1 pl.
- GALLIFORD, A. L. - 1949 - Rotifera of Lancashire and Cheshire. *The Lancashire and Cheshire Fauna Committee, Report no 2*, 1948—49: 108—114.
- GALLIFORD, A. L. - 1953 - Rotifera of Lancashire and Cheshire, Report no 3; *The Lancashire and Cheshire Fauna Committee, Thirtieth Report*: 69—78.
- GALLIFORD, A. L. - 1955 - Notes on the Ecology of Pools in the Salt Marshes of the Dee Estuary. *The Liverpool Nat. Field Club Proc.*, 1955: 15—19.
- GALLIFORD, A. L. & E. G. WILLIAMS - 1948 - Microscopic Organisms of some Brackish Pools at Leasowe, Cheshire. *North Western Naturalist*, 23: 39—62, figs.
- GLASCOTT, L. S. - 1893 - A list of some of the Rotifera of Ireland. *Sci. Proc. R. Dublin Soc.*, n.s., 8: 29—82, figs.
- GOSSE, P. H. - 1887 - Twenty-four new species of Rotifera. *J. Roy. micr. Soc.* 1887: 1—6, 2 figs.
- HOLLOWDAY, E. D. - 1949 - A Preliminary Report on the Plymouth marine and brackish-water Rotifera. *J. mar. biol. Ass.* 28: 239—253, figs.
- HOOD, J. - 1895 - On the Rotifera of the County Mayo. *Proc. R. Irish Acad.*, ser. 3, 3: 664—706, 2 figs.
- REMANE, A. - 1929 - Rotatoria in GRIMPE & WAGLER, Tierwelt der Nord- und Ostsee. Leipzig, 1929.
- RIDDER, M. DE - 1957 - Onderzoekingen over brakwaterrotatoriën. I. Assenede. *Biol. Jaarb.* 1957, 24: 89—131.
- ROUSSELET, CH. F. - 1902 - The Genus *Synchaeta*: a monographic Study with Description of five new species. *J. Roy. micr. Soc.* 1902: 269—290, pl. III; 393—411, pl. VIII.



- TEBBLE, N. - 1953 - A Source of Danger to Harbour Structures. *J. Inst. Munic. Eng.* Nov. '53: 1—7, 3 figs., 3 maps.
- VOIGT, M. - 1957 - Die Rädertiere Mittel-Europas. Berlin, 1957.
- ZELINKA, C. - 1907 - Die Rotatorien der Plankton-Expedition. *Ergebn. Planktonexp.* 2, 79 pg., 3 pl. Leipzig, 1907.

Rijksuniversiteit Gent.  
Laboratorium voor Systematische Dierkunde.

# Les réactions cardiaques chez la carpe (*Cyprinus carpio*) au cours d'une anesthésie prolongée

par

A. SERFATY, R. LABAT & R. QUILLIER

L'un d'entre nous en collaboration avec P. RAYNAUD, a montré qu'il était possible d'obtenir des tracés électrocardiaques chez le Poisson immobilisé et placé dans son milieu naturel.

Par cette même technique, il nous a été permis de poursuivre plus avant des recherches sur les réactions cardiaques de ces animaux aquatiques à savoir: l'existence d'un réflexe aéro-cardiaque. Les résultats de nos travaux ont été confirmés par OTIS, CERF & THOMAS (1957), d'une part et LEIVESTAN, ANDERSEN & SCHOLANDER (1957), d'autre part.

Lors de nos expériences, le facteur "immobilisation" ayant été toujours au premier plan de nos préoccupations, nous avons été amenés à étudier le problème posé par les appareils de contention et par celui des anesthésiques généraux. C'est ainsi que nous nous sommes demandés quelles seraient les répercussions de ces derniers sur la fonction cardiaque des Poissons téléostéens.

Les anesthésiques généraux, tels que l'éther, le chloroforme, l'uréthane, le sonéryl, le penthotal, la tricaïne et ses dérivés (le M. S. 222 SANDOZ plus particulièrement) ont été utilisés surtout à des fins chirurgicales et à notre connaissance, aucune étude particulière n'a été réalisée dans le sens que nous avons envisagé.

Au cours de nos recherches bibliographiques, notre attention a été attirée plus spécialement par la tricaïne. C'est ainsi que SANDOZ a montré qu'une solution de tricaïne au 1/10 000 produit, au bout de quelques minutes, chez *Carassius auratus* L. à 16°, une anesthésie pouvant se poursuivre pendant plus d'un quart d'heure, tandis qu'une solution à 1 <sup>0</sup>/<sub>100</sub>, après une minute de contact, produit un effet qui peut durer 6 heures. Par contre, un séjour de 12 à 24 heures dans une telle solution entraîne la mort de cet animal. Au cours de cette action, il n'y a pas d'agitation très violente, ni de convulsions, mais

on observe rapidement l'arrêt des fonctions respiratoires et locomotrices. Lorsque l'anesthésie s'établit, les sujets perdent leur équilibre et s'inclinent sur le côté.

Si l'animal est retiré de la solution anesthésiante, puis placé successivement dans deux ou trois eaux fraîches de lavage, celui-ci finit par retrouver progressivement ses fonctions vitales: des mouvements intermittants des nageoires ventrales apparaissent, ainsi qu'une reprise irrégulière de la respiration.

Cet anesthésique a été aussi beaucoup étudié par BAUDIN (1932) qui a montré, que son action pouvait abaisser la valeur de la consommation d'oxygène.

Compte-tenu des recherches bibliographiques, notre choix s'est porté sur le méthane sulfonate de l'éther éthylique de l'acide méta-amino-benzoïque ou M.S. 222 Sandoz dérivé de la tricaïne ou phosphate de l'éther éthylique de l'acide méta-amino-benzoïque. Le M.S. 222 Sandoz<sup>1</sup> a été utilisé, surtout, chez la Carpe cuir ou miroir, à la concentration de 1/10.000. En effet, l'action de ce dernier, à la concentration de 1<sup>0</sup>/<sub>100</sub> est trop brutale. Le sujet placé dans une telle solution, s'agite d'abord quelque peu, puis successivement s'immobilise, fait de la dyspnée, perd son équilibre et si le séjour se prolonge plusieurs heures, la mort survient rapidement.

A la concentration de 1/10 000, la narcose ne s'établit, à la température de 16°, que lentement (30 à 60 minutes).

Nous avons donc opéré en utilisant une concentration moyenne de 1/10 000.

## TECHNIQUE

La technique utilisée est celle déjà décrite dans une note précédente à savoir: le poisson est maintenu dans une gouttière fabriquée avec du grillage métallique ou mieux en matière plastique; les électrodes sont constituées par de fines aiguilles en acier recouvertes sauf à leurs extrémités de gomme laque; une ou plusieurs électrodes sont enfoncées à bonne profondeur, en un point judicieusement choisi de la région précordiale, tandis qu'une autre plongée dans le milieu extérieur sert d'électrode indifférente. Après plusieurs essais, on choisit les dérivations donnant les meilleurs résultats.

Le sujet ainsi préparé est mis dans un bac contenant 10 litres d'eau du robinet provenant de la canalisation urbaine et à la température comprise, selon la saison, entre 16 et 22°.

L'éclairage de la pièce où se trouve l'aquarium est réalisé par un

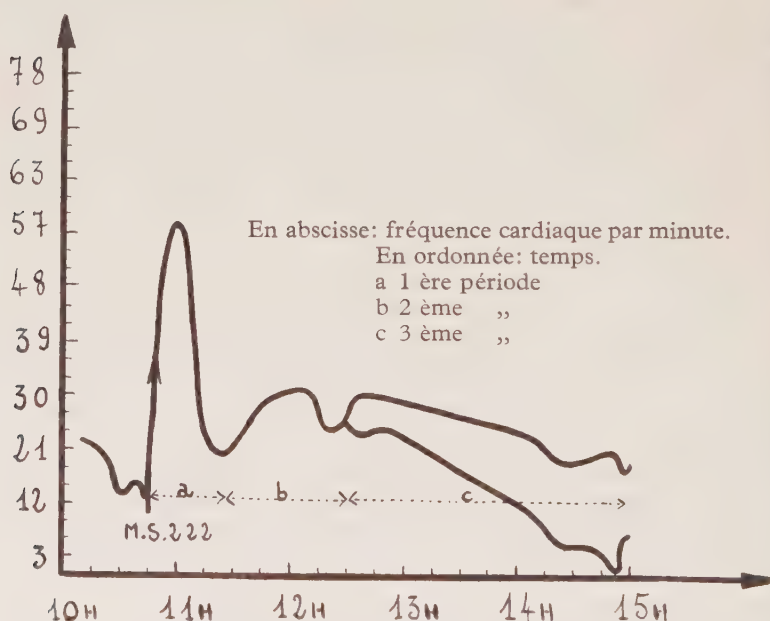
<sup>1</sup> Nous exprimons nos très vifs remerciements aux Laboratoires SANDOZ qui ont bien voulu nous donner gracieusement le M.S. 222.

ampoule de 60 watts, située latéralement à 3 mètres du bac. Ainsi placé, le sujet est laissé au repos complet pendant environ une ou deux heures. La fréquence cardiaque, évaluée aisément à l'électrocardiographe devient stable. C'est alors, qu'on verse dans le bac 10 cc d'une solution de M.S. 222, à la concentration de 1<sup>0</sup>/<sub>10</sub>, soit la valeur d'un gramme de produit. Une légère aération du milieu, au moment du mélange, favorise ce dernier.

Nos expériences ont été réalisées sur une vingtaine de Carpes appartenant aux races "cuir" ou "miroir" provenant du même étang et pesant aux environs de 350 grammes.

## RESULTATS

Les résultats, fournis par l'expérience n° 4.18.7.58 que nous avons pris comme type, donnent une idée précise de l'ensemble de nos recherches.



La lecture du graphique ci-dessus fait ressortir les points saillants suivants:

1. Un repos absolu est indispensable à la stabilité de la fréquence cardiaque, ce qui est en accord avec le fait déjà noté par SERFATY & RAYNAUD (1956-1957) à savoir que tout effort musculaire même faible provoque une tachycardie très appréciable.



2. Une tachycardie fugace et importante se manifeste dès les premières minutes de contact entre le Poisson et le M.S. 222; la courbe se traduit par une flèche. Le retour à sa valeur initiale apparaît dans un laps de temps allant de  $3\frac{1}{4}$  d'heure à une heure.

Chez certains sujets, cette tachycardie caractéristique peut être moins importante en particulier lorsqu'on opère à  $20^{\circ}$  et plus; il semble dans ce cas qu'il faille faire intervenir la vitesse de pénétration de l'anesthésique.

3. Dans une seconde phase plus ou moins tardive, on voit apparaître une tachycardie moins importante que la précédente que l'on peut nommer "secondaire", parce qu'elle est moins brutale et plus prolongée.

Faisant suite à cette seconde phase, apparaît une dissociation auriculo-ventriculaire qui s'établit, soit au cours de la tachycardie secondaire, soit nettement après.

Cette dissociation ou "bloc" va toujours en s'accroissant avec la durée du temps d'anesthésie. La fréquence ventriculaire tombe très rapidement alors que celle de l'oreillette peut se maintenir pendant un certain temps.

Le phénomène de la dissociation auriculo-ventriculaire est réversible, jusqu'en de ça d'une certaine limite. En effet, un sujet ainsi atteint et replacé dans un bac à eau courante peut retrouver, après quelques heures, son aspect normal.

Il semble aussi qu'un tel sujet soit particulièrement sensible à une nouvelle expérience effectuée dès le lendemain: il y aurait alors un "phénomène d'addition".

4. C'est dans la dernière phase qu'apparaît une arythmie considérable, déjà observée avec une intensité beaucoup moins importante chez l'animal normal.

Cette arythmie se traduit parfois par un arrêt cardiaque qui peut durer une minute, arrêt suivi de trois ou quatre contractions auriculo-ventriculaires d'apparence normales parfois très importantes. Ces dernières précèdent plusieurs contractions auriculaires n'ayant aucun rapport avec le type "flutter".

Notons que les mouvements respiratoires buccaux et operculaires sont très rapidement bloqués, généralement dès le premier quart d'heure. Ils le sont d'autant plus vite que la température est plus élevée.

L'étude plus approfondie des électrocardiogrammes pris au moment les plus cruciaux de l'expérience fait apparaître les faits suivants:

1. Un allongement du segment P.R. pouvant atteindre jusqu'à 3 fois sa valeur normale. Cet allongement semble être le signe avant-coureur de la dissociation auriculo-ventriculaire.

2. Au début de la dissociation auriculo-ventriculaire une augmentation de la longueur du segment R.T.

Dans son ensemble, l'étude électro-cardiologique permet de suivre la progression de l'anesthésie.

### **On distinguera:**

1. une phase de tachycardie fugace, précoce et généralement élevée.
2. une phase de tachycardie secondaire moins forte, généralement persistante et tardive.
3. un allongement de P.R.
4. une phase importante et constante de dissociation auriculo-ventriculaire avec très forte arythmie;
5. un allongement de R.T.

### **INTERPRETATION ET DISCUSSION DES RESULTATS**

Nous allons envisager successivement les cinq points énumérés ci-dessus.

La première phase de tachycardie fugace et importante paraît aisée à expliquer. En effet, on sait qu'il existe au début de toute anesthésie générale, une phase encéphalique qui se manifeste par une agitation plus ou moins marquée selon les sujets. Cette agitation visible chez les Carpes présente des intensités très variées selon les individus considérés et peut être aussi selon la race. Cette agitation, conséquence d'un effort musculaire, est donc responsable de cette première tachycardie.

En opérant à différentes températures et notamment à 22°, on note une anesthésie beaucoup plus rapide par augmentation de la vitesse de pénétration. Ce phénomène est d'ailleurs bien étudié. Dans ces conditions, on conçoit aisément que l'atteinte des centres encéphaliques soit dépassée, donc plus ou moins esquissée et la première phase de tachycardie paraît d'autant moins nette que la température du milieu est plus élevée. D'ailleurs, dans ce cas, la courbe en flèche n'existe pas; elle est remplacée par la courbe en cloche écrasée ou en dôme, caractéristique de la période de tachycardie secondaire.

Si on opère sur des sujets ayant déjà été fortement anesthésiés la veille, on concevra qu'une nouvelle anesthésie peut aussi faire disparaître la courbe en flèche. Il y a "sommation des effets".

La tachycardie secondaire est beaucoup plus complexe à discuter. En effet, nous allons envisager:

– l'effet vagal et ortho-sympathique

– l'origine adrénalinogène

– l'anoxie anoxémique, de stase et histo-toxique.

En effet, chez les Vertébrés supérieurs, le contact direct des solutions de procaine avec les fibres vagues rend inefficace l'excitation des fibres centrifuges, freinatrices du coeur. Cette paralysie du pneumogastrique peut s'observer aussi lorsque l'on injecte la procaine à dose suffisante par voie intra-veineuse. Il est possible d'admettre aussi que le M.S. 222 dérivé chimique voisin de la procaine, ait une action similaire.

En outre, on peut accepter actuellement, avec COUTEAUX (1957), comme très probable l'absence ou au moins l'extrême réduction de l'innervation autonome orthosympathique dans le coeur des Poissons. L'action sympathicomimétique de la cocaïne et de ses dérivés est donc à éliminer dans le cas qui nous intéresse.

Le coeur de Poisson n'étant plus soumis à des effets parasymphatiques même d'origine périphérique, ni à des effets orthosymphatiques par absence de ces derniers, est donc amené à battre, tout au moins, pendant une partie de l'anesthésie, suivant son rythme propre.

D'autre part, toute action adrénalinogène est, semble-t-il, à écarter car la cocaïne ou ses dérivés, la procaine notamment, a un effet négatif.

Si nous considérons le problème d'un autre point de vue: deux faits sont à rapprocher, d'une part, cette tachycardie secondaire et d'autre part, la diminution de la consommation d'oxygène observée par BAUDIN lors de l'anesthésie des Poissons à la tricaïne.

En effet, l'arrêt rapide des mouvements respiratoires au cours de l'anesthésie, détermine une anoxie anoxémique, qui se traduit très certainement par une saturation insuffisante de l'hémoglobine. Un fléchissement de la fréquence cardiaque succédant à la tachycardie précoce et fugace, peut aussi aboutir à une anoxie circulatoire ou de stase. Enfin, l'anoxie tissulaire, conséquence d'un arrêt des mouvements respiratoires, déterminerait des lésions des tissus nobles et en particulier des centres bulbaires. L'ensemble de ces faits permet d'expliquer cette tachycardie secondaire. On peut donc admettre, comme chez les Vertébrés Supérieurs, que la tachycardie du besoin d'oxygène peut être due à la diminution du tonus vagal.

En outre, il semble bien que les fortes arythmies observées soient en rapport avec le besoin d'oxygène. En effet, c'est surtout au moment de la dissociation auriculo-ventriculaire, lors de la profonde anesthésie, que l'arythmie est la plus forte et il ne semble pas comme certains auteurs le pensaient, que cette arythmie disparaisse chez les Poissons tout au moins si la narcose s'approfondit.

Nous avons vu que si l'anesthésie se prolonge, l'intervalle P.R. s'allonge et la dissociation auriculo-ventriculaire apparaît de plus en

plus forte. Cette constatation est en faveur d'une anoxie histo-toxique, d'une intoxication du système nerveux intra-cardiaque.

En effet, RIPPLINGER a montré que la cocaïne, appliquée en un point des voies de propagation, en provoque la paralysie. Cette zone, dit l'auteur, "devenue imperméable à l'onde d'excitation, arrête les contractions émanant du centre". Il semblerait, dans le cas qui nous intéresse, que l'action de l'anesthésie se fasse sentir au niveau du canal auriculaire qui, intoxiqué, livrerait passage de à temps autre à une contraction émanée du "primum movens" localisé, d'après RIPPLINGER, dans la commissure ventrale des valvules sinuso-auriculaire.

Certains auteurs supposent que la valeur du segment QT est liée à la capacité du coeur d'évacuer le sang vers les artères, plus ou moins rapidement, plutôt qu'à la fréquence cardiaque; de plus, un espace QT court ne signifie pas corollairement un segment R court, mais il concrétise la rapidité avec laquelle la contraction ventriculaire s'effectue.

Dans nos expériences, nous pensons que l'allongement de RT, notamment au cours de la phase de dissociation auriculo - ventriculaire, est le reflet d'une chute de vigueur ventriculaire à chasser le sang vers les branchies.

## CONCLUSIONS

En milieu aquatique et à la concentration de 1/10 000; le M. S. 222 SANDOZ détermine chez la Carpe (*Cyprinus carpio* L.) une excellente anesthésie, accompagnée de réactions cardiaques importantes. Il semble que l'on puisse distinguer 3 phases:

- a. une tachycardie précoce, fugace et importante correspondant à la phase de pénétration encéphalique,
- b. une tachycardie secondaire moins bien localisée dans le temps, plus complexe, due très certainement à une diminution du tonus vagal et à un besoin d'oxygène,
- c. une dissociation auriculo-ventriculaire due à une atteinte du système intra-cardiaque.



## BIBLIOGRAPHIE

BAUDIN L., - 1932.

- a. Action de la tricaine sur la consommation d'oxygène de *Carassius auratus*; *C.R. Soc. Biol.* 109, 731—732
- b. Action de la tricaine sur le quotient respiratoire de *Carassius auratus*; *C.R. Soc. Biol.*, 109, 1081—1083
- c. Perte de la sensibilité à dépression chez les Poissons anesthésiés à la tricaine; *C.R. Soc. Biol.*, 110, 151—152
- d. Respiration du Poisson (*Carassius auratus*) anesthésié à la tricaine et soumis à une élévation brusque de température; *C.R. Soc. Biol.*, 110, 235—236

COUTEAUX, R. & LAURENT, P. - 1957 - Etude au microscope électronique du coeur de l'Anguille: Observations sur la structure du tissu musculaire de l'oreillette et son innervation; *C.R. Acad. Sc.* 245, 2097—2100

LEIVESTAN, H., ANDERSEN, H. & SCHOLANDER, P. F., - 1957 - Physiological Response to Air Exposure in Codfish; *Sciences*, 126, 505.

OTIS, L. S., CERF, J. A. & THOMAS, G. I., - 1957 - Conditioned Inhibition of Respiration and Heart Rate in the Goldfish. *Sciences*, 126, 263—264.

RIPPLINGER, J., - 1951 - Recherches sur le centre d'initiation des contractions cardiaques chez les Poissons et ses rapports avec l'innervation extrinsèque du coeur; *C.R. Soc. Biol.* 145, 1189—1191.

M. SANDOZ, - 1920 - Recherches expérimentales sur les anesthésiques locaux. I. Préparations et propriétés physiologiques de la tricaine et de quelques-uns de ses dérivés; *Bull. Soc. Vaud. Sc. Nat.* 53, 263—302.

SERFATY, A. & RAYNAUD, P. - 1956 - Electrocardiographie du Poisson dans son milieu naturel; *Bull. Soc. Zool. Fr.* 81, 121—126.

——— 1957 - Quelques données sur l'électrocardiogramme de la Tanche (*Tinca tinca* L.) en eau douce; *Bull. Soc. Zool. Fr.* 82, 49—56.

Service de Biologie Générale  
Faculté des Sciences  
TOULOUSE

# On the occurrence of *Gammarus duebeni* Lilljeborg in fresh water and of *Asellus meridianus* Racovitza in Western France

by

H. B. N. HYNES

Department of Zoology, University of Liverpool

In an earlier paper (HYNES 1954), in which I discussed the distribution of *Gammarus duebeni* in brackish and fresh water, it was stated that the species was known to be able to penetrate into the latter for short distances in France. This was based on statements by PACAUD (1945) that „on la trouve assez fréquemment dans des ruisseaux à distance notable de la côte.” but that „Néanmoins elle demeure toujours confinée aux régions littorales.” In a further paper (1952), of which, owing to the much regretted death of my friend M. PACAUD, I did not learn until later, he stated that „En France, ce Gammare est fréquent, en eau douce comme en aux saumâtre, en Normandie et en Bretagne.” Unfortunately the map included in this later paper did not include any of his recent records, although the legend clearly indicates that he intended that it should. No precise published data on the distribution in fresh water of this species in France are therefore available.

This is regrettable as it seems fairly clear that the freshwater status of *G. duebeni* in north-western France resembles that which has been found in Britain. There, detailed study of the distribution of *G. duebeni*, and of *G. pulex pulex* (L.), has shown that these two species never occur together (HYNES 1954 and 1955b). *G. duebeni* occurs widely in brackish water, but it is found in fresh water only in Ireland and other islands off the western and northern coasts of Great Britain. *G. pulex*, on the other hand, is confined to the British mainland. The two species appear to be mutually exclusive, and it has been suggested that *G. pulex* eliminates *G. duebeni* from fresh

water by competition, possibly largely because of its superior rate of reproduction (HYNES 1955a).

There is, however, one small area of the British mainland, the Lizard in Cornwall, where *G. duebeni* occurs in freshwater streams, possibly because this rather isolated peninsula has not yet been invaded by *G. pulex* (HYNES 1954). There are indications that a similar "pocket" of *G. duebeni* living in fresh water exists in Scotland, near Stranraer, in Wigtownshire. It would seem from PACAUD's statements that several such areas may exist in north-western France.

During the summer of 1958, while on holiday in Brittany, I investigated several small streams between Audierne and the Pointe du Raz, and, as shown on the accompanying map, I found *G. duebeni* in several of them. The shrimps occurred up to altitudes of at least 40 m. and at distances of at least 2 km. from the sea. They were living in an entirely freshwater environment in company with such typical stream animals as *Polycelis*, *Baetis*, *Ecdyonurus*, *Plectrocnemia*, *Helmis*, *Latelmis*, *Rheotanytarsus* and *Ancylastrum*. Moreover, many specimens were carrying eggs, and so were clearly reproducing in this environment. None of the collections contained *G. pulex*. It would seem, therefore, that this area, like the Lizard, is one that has not yet been invaded by *G. pulex* and it is probable in France, as in Britain, that *G. duebeni* is to be found in fresh water only in such localities. It is to be hoped that French investigators will undertake detailed surveys of selected areas in Brittany and Normandy to establish if, in fact, *G. pulex* and *G. duebeni* are vicariously distributed. If this is so it will confirm the conclusions inferred from British work, and tentatively put forward by PACAUD, that the distribution

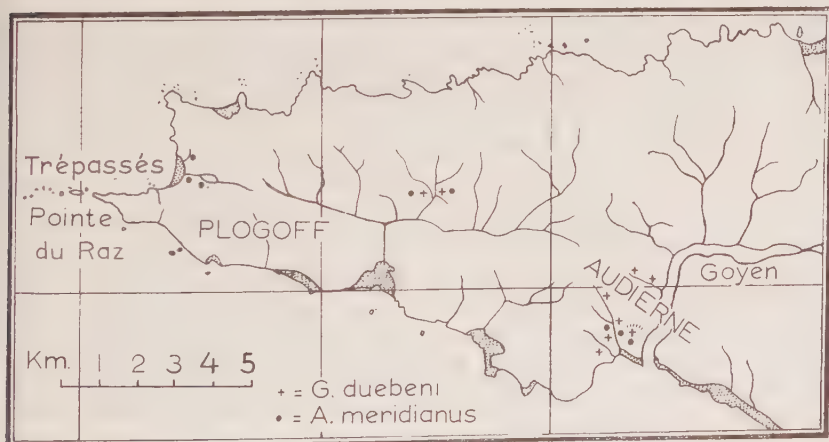


Fig. 1. Map showing the localities where *Gammarus duebeni* and *Asellus meridianus* were found in fresh water. Trépassés indicates the bay of that name.

of freshwater Amphipoda is greatly governed by inter-specific competition.

It may also be noted here that recently a freshwater population of *G. duebeni* has been discovered in Norway, where *G. pulex* does not occur. My informant, MR. JAN ØKLAND of Oslo University, hopes to publish details of this locality in the journal „Fauna”. It seems likely therefore that careful investigations of other areas in northern and western Europe might reveal isolated, presumably relict, freshwater populations of this species in areas which have not yet been invaded by *G. pulex*.

A further point of interest arising from my very brief investigations in Brittany concerns the occurrence of *G. duebeni* in brackish water. Although I searched for it in several apparently suitable rock-pools at high spring tide level near Audierne I did so without success. The only brackish localities where I could find the species were the mouths of the two small streams south of the town. This area is, so far as I am aware, the southermost known limit of *G. duebeni* in Europe. I suggested earlier (HYNES 1954) that it seemed probable that the southern limit of its brackish water distribution might be determined by temperature. My failure to find it in rock-pools in southern Brittany lends support to this suggestion. In Britain and Scandinavia these are the most characteristic habitats of the species, although they become very warm in hot weather. Possibly they become too warm in Brittany, thus confining the shrimps to the relatively cool mouths of streams. Here again there would seem to be an opportunity for French investigators to study in detail the factors limiting the distribution of a species in an environment which is particularly easy to survey as it is linear.

Finally I would draw attention to the fact that, as shown on the map, the only species of *Asellus* I collected near Audierne was *A. meridianus*. According to CHAPPIUS (1950) and RACOVITZA (1919) *A. aquaticus* has invaded France relatively recently and is spreading from north to south, possibly to some extent replacing *A. meridianus* and its allies. It is true that *A. aquaticus* is the only species known in such northern countries as Denmark and Finland, but both species occur together in Britain and they extend equally far northwards, to central Scotland. The fact that *A. meridianus* alone occurs on some small western islands of Britain (Isle of Man, Bardsey Island) is, however, an indication that it invaded Western Europe earlier than did *A. aquaticus*. The existence of at least one area in Brittany where apparently only *A. meridianus* occurs also supports this suggestion.



## SUMMARY

The occurrence of *Gammarus duebeni* LILLJEBORG in fresh and brackish water in western France is reported, and the significance of this in relation to the general geographical distribution of the species is discussed. The fact that the only species of *Asellus* found in the area investigated was *A. meridianus* RACOVITZA is also briefly discussed.

## RÉSUMÉ

La présence de *Gammarus duebeni* LILLJEBORG en eau douce et en eau saumâtre en France orientale est notée, et la signification de ce fait en relation avec la distribution géographique générale de l'espèce est discutée. On discute aussi le fait que la seule espèce d'*Asellus* trouvée dans la région examinée était *A. meridianus* RACOVITZA.

## REFERENCES

- CHAPPIUS, P. A. - 1950 - Les Asellides d'Europe et pays limitrophes; *Arch. Zool. exp. gén.* 86: Notes et revue 78—94.
- HYNES, H. B. N. - 1954 - The ecology of *Gammarus duebeni* Lilljeborg and its occurrence in fresh water in western Britain; *J. Anim. Ecol.* 23, 38—44.
- 1955a - The reproductive cycle of some British freshwater Gammariidae; *J. Anim. Ecol.* 24, 352—87.
- 1955b - Distribution of some freshwater Amphipoda in Britain; *Verh. int. Ver. Limnol.* 12, 620—8.
- PACAUD, A. - 1945 - Les Amphipodes de la faune nutritive des eaux douces françaises; *Bull. Franç. Piscic.* 136, 105—20.
- 1952 - Nouvelle revue de la distribution des Gammares dans les eaux continentales françaises; *C. R. Som. Séances Soc. Biogéogr.* 252, 95—111.
- RACOVITZA, E. G. - 1919 - Notes sur les Isopodes 1. *Asellus aquaticus* auct. est une erreur taxonomique. 2. *Asellus aquaticus* L. et *A. meridianus* n. sp.; *Arch. Zool. exp. gén.* 58: Notes et revue, 31—43.

# The development of eggs of *Chirocephalus diaphanus* Prévost at a low temperature

By

R. E. HALL

Department of Zoology, Southampton University

MATHIAS (1937) first established the time required by eggs of *Chirocephalus diaphanus* to hatch at different temperatures. He concluded that a small rise in temperature slightly reduced the time required for development, and that drying of the eggs slightly retarded development. The author (HALL, 1953) in general confirmed MATHIAS's findings with regard to the effect of temperature and of a short period of desiccation, but obtained some indication that when eggs were subjected to longer periods of desiccation, or were kept in shallow water at a low temperature, the time subsequently required for development in water at normal temperatures was reduced. This suggested that some slow development was taking place under these conditions. In this paper a further investigation of the effect of keeping eggs in shallow water at a low temperature for different periods is described.

## METHODS

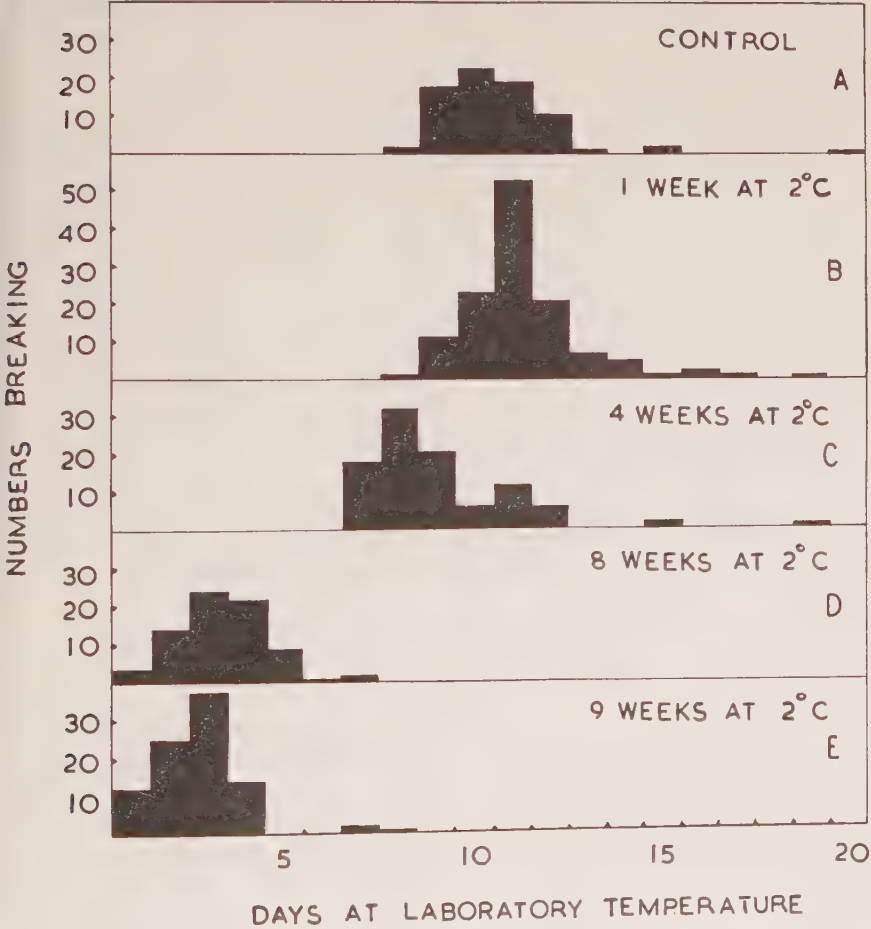
From a large number of freshly collected specimens of *Chirocephalus* six pairs were separated and placed in a beaker of water. These laid a large number of eggs (of the order of 1000) within a period of 24 hours. One batch of about 100 eggs was kept as a control in water at laboratory temperature (approximately 15 deg. C.) The remaining eggs were placed in water in a cold room at a temperature of 2 deg. C.

Batches of approximately 100 eggs were removed from the cold room to the laboratory and were kept under daily observation. These batches of eggs were removed at intervals of 1, 4 and 8 weeks after

placing in the cold room. After 9 weeks, examination of the eggs remaining in the cold room showed that many had reached the stage at which the outer covering was breaking. A batch of 100 unbroken eggs was removed for laboratory observation and a further batch of 100 was kept in the cold room and examined daily. All eggs used in these observations were kept in solid watchglasses, the depth of water covering them being approximately .5 cm.

RESULTS AND DISCUSSION

Fig. 1A shows the numbers of control eggs showing the break in the outer covering each day. Figs. 1B-D show the pattern of appearance of the break in eggs brought into the laboratory after being kept for varying periods at 2 deg. C. The development of the control



eggs followed the previously established pattern, in which practically all the eggs showed the break during the 9th.-12th. days.

The eggs which had been kept cool for 7 days required a slightly longer period at laboratory temperature to reach breaking stage. This also conforms to the previously established pattern.

The eggs which had been kept cool for longer periods required less time at laboratory temperature to reach the breaking stage. It can be seen from Figs 1C-E that the longer the period of cooling, the shorter was the period required at laboratory temperature to complete development.

After 4 weeks at low temperature the greatest number reached the breaking stage after 8 days at laboratory temperature, while after 8 weeks cooling the time required in the laboratory for development was 3 or 4 days. After 9 weeks the maximum appearance of the break was again at 3 days, but a greater proportion than previously reached this stage on the first and second days. Of the batch of unbroken eggs which were left in the cold room after 9 weeks, about 30 % reached breaking stage within the next few days.

The data obtained in this experiment clearly indicate that eggs kept at a low temperature in shallow water develop slowly. If the day on which most eggs in each batch reached the breaking stage is taken as a guide to the degree of development which has previously taken place, it appears that for every week during which the eggs are kept at 2 deg. C. the development undergone is approximately equivalent to that occurring during a day at a temperature of about 15 deg. C. Thus, considering Figs. 1B-D, the interval of three weeks between the removal of successive batches to the higher temperature results in breaking stage being reached in three days less, and the interval of four weeks results in a reduction of four days in the time required.

It is of interest that this development may be carried through to breaking point, as shown by the observation that a number of eggs left in the cold room after nine weeks soon reached this stage.

#### SUMMARY AND CONCLUSION

1. An investigation into the effect of a low temperature on the time required by the eggs of *Chirocephalus diaphanus* for development is described.
2. It is shown that eggs kept in shallow water at 2 deg. C. develop very slowly. The rate of development at this temperature appears to be about 1/7th (.14) of the rate at 15 deg. C.



## RÉSUMÉ

1. Une investigation de l'effet de température inférieure sur le temps nécessaire pour développer les oeufs de *Chirocephalus diaphanus* est décrite.
2. Il est démontré que les oeufs se développent très lentement dans l'eau à 2 deg. C. La vitesse de développement à cette température semble être environs 1/7<sup>te</sup> (.14) de la vitesse à 15 deg. C.

## REFERENCES

- HALL, R. E. - 1953 - Observations on the hatching of eggs of *Chirocephalus diaphanus* Prévost; *Proc. zool. Soc. London*, 123: 95—109.
- MATHIAS, P. - 1937 - Biologie des Crustacés Phyllopoïdes; *Act. Sci. et Industr.*, No. 447: 1—107.

# Delayed development of eggs of *Chirocephalus diaphanus* Prévost

by

R. E. HALL

Department of Zoology, Southampton University

## INTRODUCTION

In April 1951 the author collected a number of specimens of *Chirocephalus diaphanus* PRÉVOST from a pond near Burley, in the New Forest. These specimens, 40 mm. or more in length, were about 10 mm. longer than any previously taken by the author in this area. All the specimens, except one male and one female, died overnight: during the next twenty-four hours the surviving female laid a large number of eggs. The author (HALL, 1953) investigated some of the factors associated with the hatching of eggs of this species. However, in view of the abnormally large size of the specimens, it was decided to repeat the investigation of the time required for hatching, and for the appearance of the break of the outer covering of the egg, which precedes hatching. The effect of introducing a short period of desiccation during development was also re-investigated. The larvae obtained from these eggs were bred to maturity to determine whether they also would grow to an abnormally large size. This work is described on page 161.

In the initial experiments it was found that the development of some eggs was delayed in a way not previously noted: this phenomenon was quite distinct from the delayed hatching already described (HALL, 1953), and has been more fully investigated (page 162 to 167).

## THE HATCHING OF EGGS OF LARGE SPECIMENS OF *Chirocephalus*.

The eggs, which were known to have been laid within twenty-four hours, were divided into two batches, each of which was placed in a solid watchglass. These eggs, although laid by large specimens, appeared to be of normal size. One batch was left to dry in a watch-

glass, while the other was covered with water. This batch was examined daily. Any eggs which showed the break in the outer covering were removed to another watchglass containing water and were kept under daily observation. Any larvae which hatched were removed. The desiccated batch was kept dry for seven days; it was then covered with water and the number of eggs showing the break and the number hatching were recorded in the same way.

The results are shown in figs. 1 and 2. They confirm that in the majority of cases the break in the outer covering occurs on the 12th. day and that the majority of eggs hatch on the 14th. day. They also confirm the one day delay in the pattern associated with a seven day period of desiccation interpolated between the laying of the eggs and their development in water.

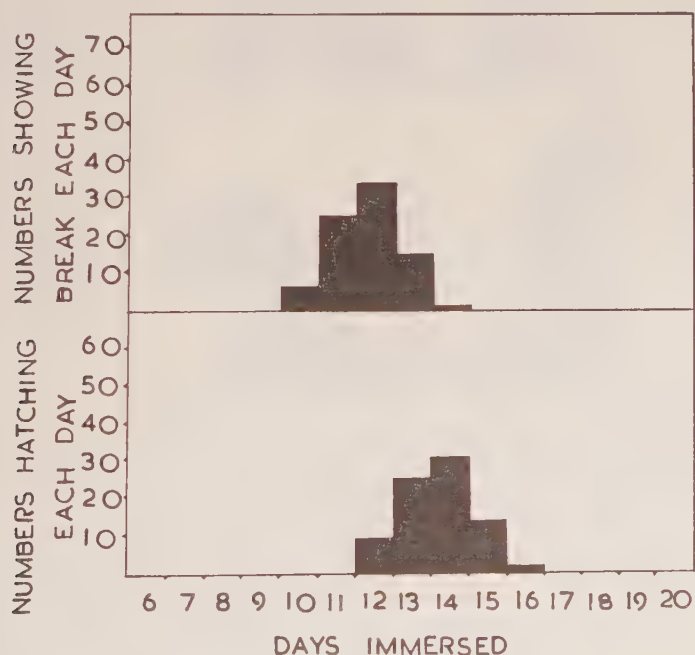


Fig. 1

The larvae were transferred to water taken from the pond in which the original specimens were found, and were fed on a culture of micro-organisms grown from this pond water. In spite of an ample supply of food material, the larvae developed only into normal sized adults of about 25—30 mm. in length.

MOORE (1951), working on *Streptocephalus seali* RYDER 1879, records the capture of four giant males ranging up to 42 mm. in

length, while the normal size appears to be 25—30 mm. This difference in size is very similar to that found by the author for *Chirocephalus*.

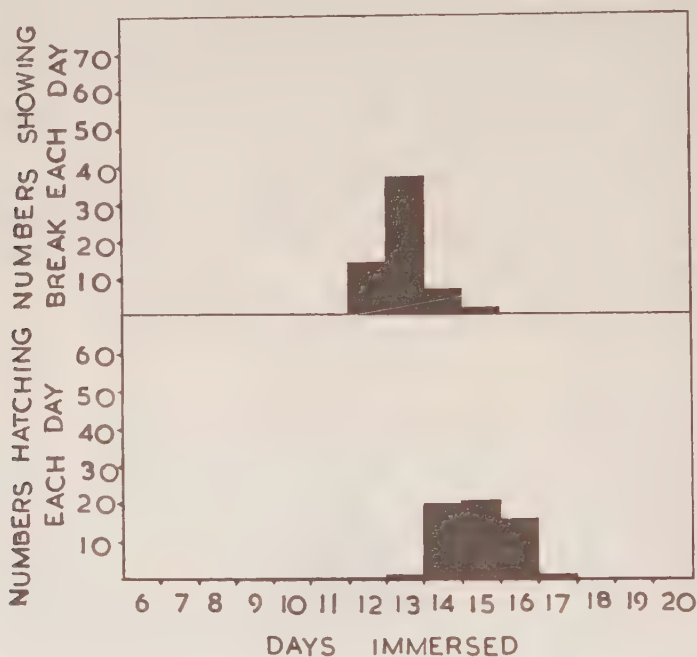


Fig. 2

The detritus, consisting of faecal and moribund algal material which accumulated at the bottom of the aquarium, was examined about five weeks after the newly hatched larvae had been placed in the water. Numerous eggs were found; some of these were placed in a watchglass containing water for further observation. The exact age of these eggs was not known, but since the author (HALL, 1953) has shown that larvae may mature and lay eggs within three weeks of hatching, it can be assumed that these eggs had been laid for anything up to two weeks. Fig. 3 shows the data on the occurrence of the break and of hatching.

Although the eggs had apparently been laid for varying periods up to 14 days, no immediate appearance of the break or hatching occurred. The form of the histogram suggests that there were three batches of eggs, and that those in the last batch only began their development at about the time the eggs were isolated.

It appears from Fig. 3 that the number of eggs hatched was greater than the number of eggs showing the break in the outer covering.



This is almost certainly due to the fact that in this case the watchglass contained a very large number of eggs, and in the daily search for those showing the break some may have been overlooked and so hatched by the time the next observation was made. This is confirmed from the occurrence of a few actively moving larvae in the watchglass.

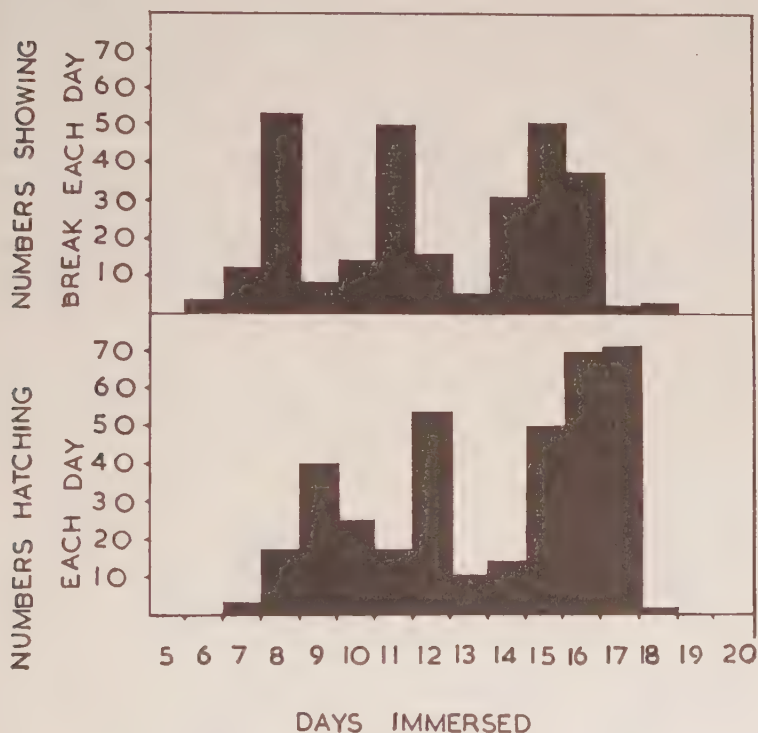


Fig. 3

The apparent delay in the development of some eggs was at variance with the author's earlier finding that the eggs develop without pause if kept in water. This point is discussed further in the next section.

#### THE DELAYED DEVELOPMENT OF EGGS IN AQUARIA.

After the detritus used in the above experiment had been removed the aquarium jar and contents were kept under daily observation for a further 6 weeks. No larval stages were seen although, as shown above, viable eggs were being laid, and were known to be present in the detritus at the bottom of the aquarium jar. This confirmed

earlier observations that no traces of young stages were ever seen in laboratory aquaria containing mature specimens of *Chirocephalus*. MOORE (1957), in discussing the culture of *Streptocephalus seali*, comments on a similar phenomenon. He found that only very rarely did hatching occur in aquaria in the presence of adult specimens.

By August 10th. all the specimens had died: the jar was left undisturbed for a further period of six weeks, when the detritus, which up to this time had remained covered with water, was examined. It was found to contain numerous eggs, but in no case did any of these show any signs of a break in the outer covering.

A number of these eggs were removed from the detritus and separated into two batches, each of 100 eggs. Each batch was treated as described on page 161. Figs. 4 and 5 show the relationship between the appearance of the break, and of hatching, for both batches of eggs. Once again it was found that a longer period for breaking and hatching was required by eggs which had been dried for seven days.

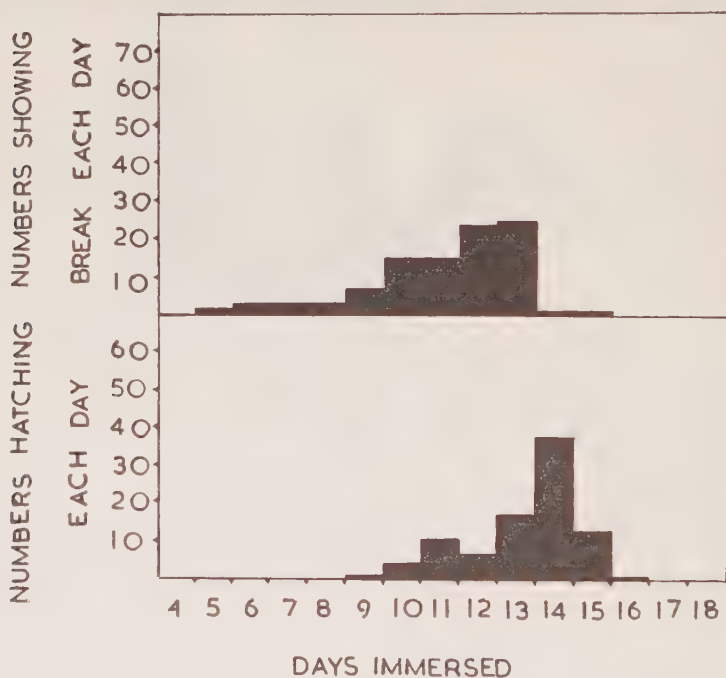


Fig. 4

As in the previous observations, the exact age of the eggs was not known: they were probably of mixed ages. But, as all the adult specimens had died by August 10th., and the eggs were not separated from the detritus until September 26th., they must have lain at the

bottom of the aquarium for at least six weeks without completing their development. These observations confirm those in the previous section indicating that there is a delay or suspension of development of eggs lying in water at the bottom of an aquarium jar, the delay in this case being at least six weeks.

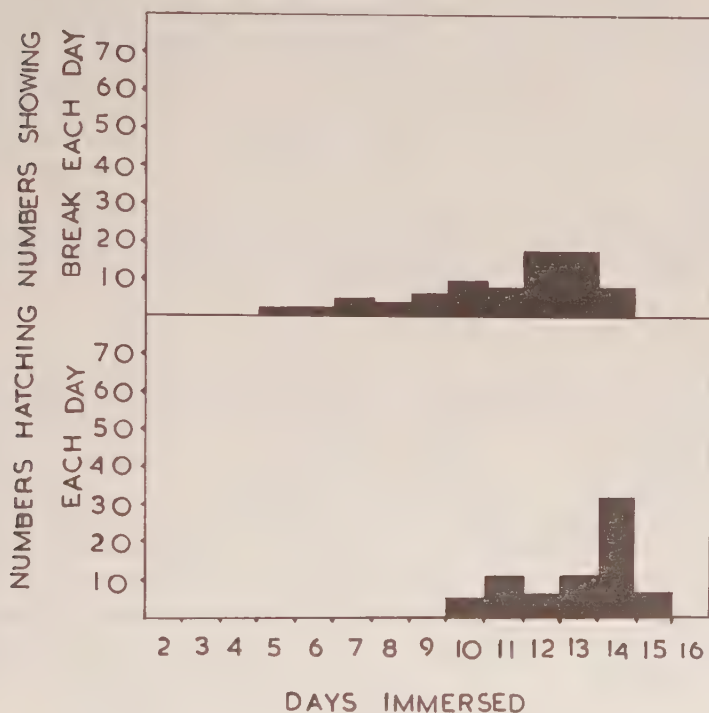


Fig. 5

This delay in development is apparently not in agreement with the author's earlier finding (1953) that there is no delay in the development of eggs kept in water. In these earlier experiments the eggs were invariably placed in fresh water in a clean container. The eggs either developed and hatched without delay, or developed in the normal time to the point at which the break in the outer covering occurred. In this latter case the final rupture of the inner transparent membrane, and resultant freeing of the embryo, was delayed.

In the experiments here described the eggs were lying at the bottom of of the aquarium in the accumulated faecal and other detritus, and covered by several centimetres of water. This suggests that some factor or factors associated with the detritus and water in the

aquarium was preventing completion of development. The fact that, when the eggs had lain for several weeks in the detritus several days immersion in the clean water was necessary before the break and hatching occurred, seemed to indicate that development was suspended at an earlier stage than in the delayed hatching referred to above, where the larva and its sporadic limb-movements were visible through the transparent membrane. MOORE (1957) reports that in the few instances in which eggs of *Streptocephalus seali* hatched in culture vessels in the presence of adults they rarely survived longer than 24 hours, even when additional food material was provided. He suggests that metabolic waste products and other inhibitory substances in old cultures adversely affected the newly hatched larvae.

The more obvious factors demanding further investigation were the detritus, the nature of the water and the depth of the water. The effects of varying these factors separately are described below.

#### THE EFFECT OF FAECAL AND ALGAL DETRITUS.

A number of eggs were taken from the bottom of a stock aquarium and sorted into 'clean' eggs, on which the surface sculpturing was clearly visible, and 'dirty' eggs on which the accumulation of green deposit was sufficient to obscure the surface pattern. One batch of 50 'clean' eggs was placed in a watchglass of distilled water and another batch in a small glass cup placed in the bottom of an aquarium jar filled with water from a stock aquarium. Two batches of 50 'dirty' eggs were similarly treated. The length of time needed for the eggs to show the break was noted. The mean time for each batch is given below.

	'Clean' eggs	'Dirty' eggs
Distilled water	8.2 days	6.1 days
Aquarium water	24.2 days	27 days

These results suggest that there is no correlation between the presence of detritus and the delaying effect, but that the effect seems to be correlated with deep water.

#### THE EFFECT OF AQUARIUM WATER

A pair of *Chirocephalus* were isolated in a beaker of aquarium water and the eggs laid during a period of 24 hours divided into two batches, both 'dirty'. One batch was kept in a watchglass of distilled water and the other in a watchglass of aquarium water, both at 22 deg.C. The mean time for the break to appear in each batch was as follows:



Eggs in aquarium water	7.25 days
Eggs in distilled water	7.00 days

Seven days is a considerably shorter time than the twelve days established by the author (HALL, 1953) as normal for eggs kept at a temperature of 15 deg. C. The figures for the two types of water are however closely comparable and suggest that there is no delay in development associated with shallow aquarium water. They appear to give further support to the suggestion that the effect is associated with depth.

#### THE EFFECT OF DEPTH.

A sample of eggs of unknown age was taken from the bottom of a stock aquarium jar, and was divided into two batches of 100 eggs each. One batch was placed in a watchglass of aquarium water and the other in a small glass cup in an aquarium containing water to a depth of 25 cm. Two batches of newly laid eggs were treated in the same way. The laboratory temperature was again 22 deg. C. The mean time required for the appearance of the break in each case is given below.

	Eggs of unknown age	New eggs
Shallow water	8.7 days	8.9 days
Deep water	No break after 23 days	No break after 23 days

The fact that neither group of eggs in deep water showed any signs of the break after 23 days while both groups in shallow water hatched in less than 9 days suggests a correlation between depth and inhibition of development.

#### DISCUSSION.

The results of the three sets of observations recorded on pages 166 to 167 indicate that what the author has termed delayed development appears to be associated with depth, but is independent of accumulated faecal and algal material and of the character of the water. The indications are that the delay is facultative and is not predetermined in the egg. MATHIAS (1937) considers that both in the case of *Chirocephalus diaphanus* and of *Artemia salina* L. it is necessary to distinguish between eggs which develop immediately and those with a retarded development. He does not, however, indicate any distinguishing characteristics of these types of eggs. In the author's opinion there is, in the case of *Chirocephalus diaphanus*, one type of egg, which is capable of delayed or continuous development according to circumstances.

WEAVER (1943), working with *Eubbranchipus vernalis* (VERRIL), found that eggs collected from aquaria and kept in plain water could remain for as much as nine months without hatching. He gives no details however of the depth of water in which they were kept.

On page 164 it was stated in that a large number of earlier observations no trace was found of developmental stages in experimental aquaria in which it was known that eggs were being laid. This phenomenon now appears explicable in the light of the finding that delayed development is associated with depth of water. A similar phenomenon was noted by CASTLE (1938) who comments on the lack of records of hatching of species of *Eubbranchipus* under laboratory conditions. In his observations on *Eubbranchipus vernalis* (VERRIL) he found some evidence that eggs had hatched in an aquarium in which the depth of water had been greatly reduced. He does not however give any details of the depths involved. MOORE (1951), working on *Streptocephalus seali*, found that eggs which had remained immersed for several weeks hatched after the volume of covering water had been halved by evaporation.

A point needing further elucidation is whether the delay results from a complete suspension of development, or whether during this period development is taking place very slowly. In earlier work (HALL, 1953) the author found some indication that a slow development probably occurs when the eggs are kept dry. There is insufficient evidence as to the nature of the phenomenon described under the heading of delayed development to justify the use of the term diapause: this term has therefore been avoided. Both delayed development and delayed hatching are probably of considerable significance in the life-history and ecology of *Chirocephalus*: further investigations are in progress in this connection and will form the subject of a separate paper.

#### SUMMARY

1. The occurrence of some abnormally large specimens of *Chirocephalus diaphanus* PRÉVOST is recorded. The time required for the hatching of eggs laid by these specimens, both after direct development and after being subjected to seven days desiccation, was shown to be the same as that for normal sized specimens.
2. The larvae hatched from eggs laid by these large specimens, when developed to maturity, gave rise to normal sized adults.
3. Eggs left in the detritus at the bottom of the aquarium did not hatch, even after six weeks immersion. When the eggs were transferred to fresh water they hatched within the expected period of fifteen or sixteen days. In no case did these eggs hatch within the first five days of transference to fresh water.

4. The relationship between various factors and the time required for development of eggs was investigated. The phenomenon of delayed development is discussed in relation to these factors: it is suggested that there is a relationship between delayed development and the depth of water covering the eggs.

#### RÉSUMÉ

1. L'occurrence de quelques spécimens de *Chirocephalus diaphanus* PRÉVOST d'une grandeur insolite est constatée. Le temps que les oeufs de ces spécimens avaient besoin d'éclore, et après le développement direct et après un dessèchement de sept jours, était montré être le même que ce pour les spécimens normaux.
2. Les larves qui furent éclos des oeufs déposées par ces spécimens gros, quand ils étaient développées à maturité, produisent des adultes d'une taille normale.
3. Les oeufs qui étaient restés dans le sédiment de l'aquarium ne sont pas éclos, même quand ils sont restées pendant six semaines. Quand on avait transféré les oeufs à l'eau douce, ils sont éclos la période dans de quatorze ou quinze jours. Pas d'oeufs sont éclos en moins de cinq jours après le transfère dans l'eau douce.
4. La relation entre les facteurs divers et le temps pour le développement des oeufs était recherchée. Le phénomène du développement retardé est discuté relativement à ces facteurs: il semble qu'il y a une connexion entre le développement retardé et la profondeur de l'eau qui couvre les oeufs.

#### REFERENCES

- CASTLE, W. A. - 1938 - Hatching of the eggs of the fairy shrimp. *Science*, 87: 531.
- HALL, R. E. - 1953 - Observations on the hatching of eggs of *Chirocephalus diaphanus* PRÉVOST. *Proc. zool. Soc. London*, 123: 95—109.
- MATHIAS, P. - 1937 - Biologie des Crustacés Phyllopodes. *Actualités Scientifiques et Industrielles*, No 447: 1—107.
- MOORE, W. G. - 1951 - Observations on the biology of *Streptocephalus seali*. *Proc. Louisiana Acad. Sci.*, 14: 57—65.
- MOORE, W. G. - 1957 - Studies on the laboratory culture of Anostraca. *Trans. Amer. micr. Soc.*, 76: 159—173.
- WEAVER, C. R. - 1943 - Observations on the life cycle of the fairy shrimp, *Eubrachipus vernalis*. *Ecology*, 24: 500—502.

# Circulation of water as a main factor influencing the development of helmets in *Daphnia cucullata* Sars

by

JAROSLAV HRBÁČEK

Zoological Institut of the Charles University, Praha.

The ability of some *Daphnia*-species to develop helmets in summer has been known for more than a half-century. WESENBERG-LUND (1900) found that the growth and reduction of the helmet during the year is influenced by rising or sinking temperature of water connected with its increasing or decreasing density. He expressed the assumption that a longer helmet should compensate the decreasing buoyant effect of water at higher temperature. OSTWALD (1902) pointed out that the viscosity of water sinks with rising temperature far more than the density, this change being the main factor causing the lower buoyant effect of water at increased temperature.

The fact that in lakes the size of helmets does not vary in proportion to the change in temperature made WOLTERECK (1913) to revise the whole question. He suggested that the high helmets could alter the direction of the movement of *Daphnia* caused by the action of the antennae from nearly vertical to nearly horizontal. He supposed that in lakes with thermal stratification thin layers appear containing optimal nutritive conditions (WOLTERECK 1920, 1928, 1930) and the *Daphnia* capable of horizontal movement are able to take best advantage of them. As WESENBERG-LUND (1939) remarks the existence of thin layers with accumulated unicellular algae or bacteria has not yet been confirmed by direct observations. Accumulation of *Daphnia* into thin horizontal layers has not been ascertained as well. COKER & ADDLESTONE (1938) and especially BROOKS (1946) made a detailed analysis of the development of helmets particularly in the species *Daphnia longispina* resp. *galeata* and *Daphnia retrocurva*. They found that the size of the helmet in the neonata instar is increasing with increased temperature. This finding corresponds to the older report



by OSTWALD (1904) concerning the species *Daphnia cucullata*. BROOKS (1946) ascertained that the size of the helmet is not directly influenced by the nutrition of the mother individuum in *Daphnia retrocurva* FORBES, his statement being contradictory to WOLTERECK's (1920) observation on *Daphnia cucullata*. BROOKS (1946) was unable to correlate the growth of the helmet during postnatal development in Bantam Lake with any of the examined factors. The size of the helmet in North American species of *Daphnia* during cultivation in laboratory was distinctly diminished during several molts and often even completely disappeared (BANTA 1939, BROOKS 1946) which is in opposition with WOLTERECK's and to a certain extent also with BERG's (1936) observations on *Daphnia cucullata*. For this reason BROOKS (1946) expects a different behaviour in this direction of *Daphnia retrocurva* and *Daphnia galeata* on one side and of *Daphnia cucullata* on the other side.

BROOKS (1947) reported that the turbulence caused by a rotating stick diminished the relative reduction of the helmet during postnatal growth in the species *Daphnia retrocurva* kept in glass aquarium. Their helmets, however, were even under these conditions lower than those of the population living in the lake.

With respect to the large number of open questions in this field I took the opportunity to study them as a part of the widely conceived hydrobiological research of back waters and small ponds of the river Labe near Čelákovice in Middle Bohemia and of ponds in Southwest Bohemia especially near the town Blatná.

The total length of *Daphnia* (without spine) and the height of head was measured as shown in Fig. 2. The height of the head was expressed in per cent of the total length of *Daphnia* and served as a measure characterizing the size of helmets as the proper helmets cannot be measured (BROOKS 1946). The data on average size of adult specimens of populations living in the investigated ponds were obtained by measuring 30 specimens with eggs in their brood chamber. The drawings were made of the specimens the dimensions of which approached most nearly to the average values.

The outlines of living specimens from laboratory cultures were designed after photographs taken with a microcamera on a 36 mm film. Laboratory cultures were in charge of dr M. ESSLOVÁ and Mrs M. BUZÍČOVÁ. Dr ESSLOVÁ made kindly also some drawings. In this place I should like to express my grateful thanks to them.

THE HEIGHT OF THE HELMET DURING THE WARM HALF OF THE YEAR  
IN POPULATIONS LIVING UNDER NATURAL CONDITIONS

**The small ponds in the valey of the river Labe.**

In small ponds and back waters of the river Labe (water surface area reaches over 1 hectar only in few instances, maximum depth is in most cases less than 5 meters, average depth less than 2,5 meters) the species *Daphnia cucullata* SARS is represented by a population with low helmets which corresponds to findings reported by WAGLER (1923) and WOLTERECK (1930). As an example of cyclomorphosis of the helmets typical for those small ponds I give the data from the small pond Bezednice in detail. When maximally filled up (in winter) the surface area of this small pond measures 0,48 ha, maximum depth 5,38 m, average depth 2,61 m. In dry summer the water sinks in

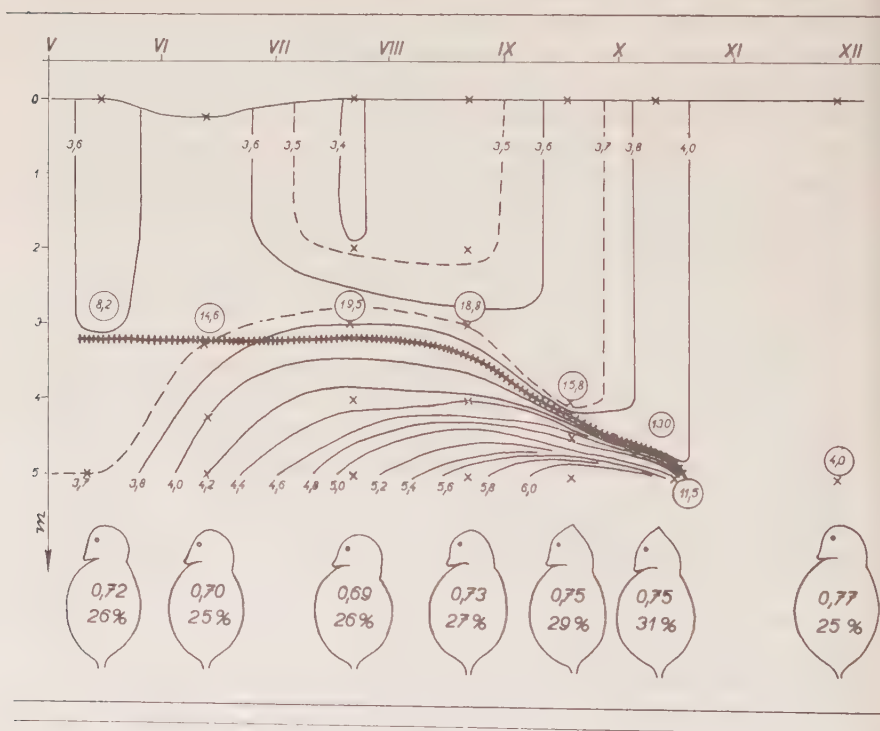


Fig. 1.

Bezednice 1955. Depth-time lines of the same alkalinity serving as a criterion of permanent stratification. Numbers in circles indicates the temperature in deep layers of epilimnion. ♂♂ and ♀♀ with ehippia were found only in the sample from 10.X.

exceptional cases by as much as 60 cm, the surface area under these conditions being something less than 0,4 ha. Fig. 1 shows schematically the course of the stratification of alkalinity (serving for characterization of the stratification in general), the temperature in circles close above the metalimnium and finally average size and average relative height of the head in adult specimens in summer and autumn 1955. In other years the events follow very nearly the same course (observed in 1953—1956). From the graph it can be seen that the relatively highest heads are not present at times of highest water temperature nor at times of most differentiated stratification of watermasses but at the time when the temperature sinks and the epilimnion inhabited by *Daphnia cucullata* becomes larger as a result of autumnal circulation; the meta- and hypolimnium are without oxygen and *Daphnia cucullata* was never found there.

This observation is contradictory to the report by WESENBERG-LUND (1900, 1939) as the relative height of the helmet under described circumstances increases with sinking temperature. Nor does the helmet reach maximum height at the stagnation period, i.e. when the water layers are most perfectly separated, but to the contrary at the circulation period when no thin water layers with optimal nutritional conditions are present. This is contradictory to WOLTERECK's statements (1913, 1928), but is in good accordance with the report of BROOKS (1947), because the maximal relative height of the head was ascertained at the beginning of autumnal circulation i.e. at times of maximal turbulence of the water masses. Why the reduction of the height of the helmet is taking place in November is not clear and can be explained only by supposing that temperature under 10° C acts as inhibiting factor in helmets development. This assumption is based on the report by COKER & ADDLESTONE (1938) concerning the influence of temperature on the size of helmets in neonates of the species *Daphnia longispina*.

## Ponds in Blatná.

Out of 25 ponds the plancton of which was investigated in monthly intervals during the warm half of at least one year *Daphnia cucullata* was found (together with *D. longispina* MÜLLER) only in two: in the pond Hořejší (surface area 17 ha) and Dolejší Tchořovický (surface area 30 ha). The former was investigated more in detail. The greatest depth measured was 2,67 m, average depth about 1,20 m. No permanent thermal stratification takes place in this pond, even in the warmest season, only on windless days at noon and afternoon a moderate thermal stratification could be registered. Maximal difference ascertained between the temperature on the surface and at the bot-

tom was  $2,1^{\circ}\text{C}$  ( $23,3-21,2^{\circ}\text{C}$ ). The wind blowing from the west, intensity 3—4° of the Beauford scale, difference between the surface and bottom temperature being  $1,8^{\circ}\text{C}$ , caused in early afternoon complete mixing of water during less than 3 hours. The pond is a drainage pond and beside the carp stock there is a great amount of scrap fish (mainly roach).

The population of the species *Daphnia cucullata* SARS living in this pond possesses during the whole period of its existence in the pond (May—September) much longer helmets than the population in small ponds near the river Labe. Average per cent of height of the head in different summer months varied irregularly, but never sank under 35%. The specimen with the longest head ascertained is demonstrated in Fig. 2b. The greater relative height of helmets in the pond compared to that in the small pond can be very well explained when we admit the circulation of water as the most potent factor in influencing the development of helmets. The circulation of water caused by the wind of the same strength is in the pond the surface of which is 17 ha greater than in the small pond measuring 0.4 ha (Fig. 9).

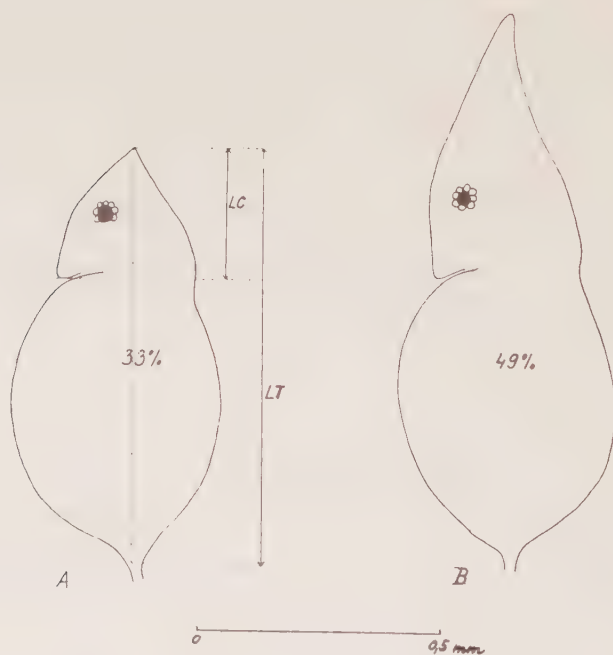


Fig. 2.

Specimens with highest helmets ever found in examined natural populations: A small pond Bezednice, B pond Hořejši.



In the plancton of other ponds similarly exposed to the wind action (e.g. ponds Velký Pálenec, Hadí, Vitanov) the genus *Daphnia* is represented by the species *Daphnia pulicaria* FORBES and *Daphnia longispina* MÜLLER. These species do not develop helmets in the above-named ponds, although the last mentioned species is in general able to do so i.e. BERGER (1934) and COKER & ADDLESTONE (1938) described the helmets in some populations of *Daphnia longispina* in lakes.

#### OBSERVATIONS AND EXPERIMENTS IN THE LABORATORY

According to BROOKS (1946) the height of the helmet in neonata instar depends mainly on the temperature. As the difference of temperature in various places of epilimnium in the small pond Bezednice is greater in summer than 5° C (the uniformity of temperature of the epilimnium is reached almost unexceptionally only at night) it is impossible to compare the neonatae of Bezednice with those of the pond Hořejší. For this reason several specimens of both populations were brought into the laboratory and kept in about 200 ml water at 20° C. They were fed with *Chlorella* and *Scenedesmus*. In order to avoid eventual modification possible to occur through various unknown factors the comparison was made with juvenile instars from clones reared under laboratory conditions for more than 10 generations. As illustrated in Fig. 4 the size of helmets of neonatae from Bezednice is much smaller than the neonatae from the pond Hořejší. Apparently the different size of helmets in neonatae depends not only on differences in external factors but also on different genetic properties of both populations.

#### Reduction of helmets in clones cultivated in vessels.

The clone from the small pond Bezednice was cultivated in vessels of 6 cm diameter and 12 cm height containing about 200 ml water. During their postnatal development their helmets were so reduced that in the primiparous instar they practically disappeared (Fig. 3a). In the clone originating from the pond Hořejší there occurred helmeted primipara in the first generations cultivated in the laboratory; in the primiparous instar, however, the helmets were completely absent. The process of reduction of the helmet in adult instars during the first generations of *Daphnia cucullata* SARS when cultivated in laboratory was not studied in detail. The gradual reduction of helmets in the laboratory cultures was realized even if the specimens were intensively fed, number of eggs in brood chambers of adult specimens

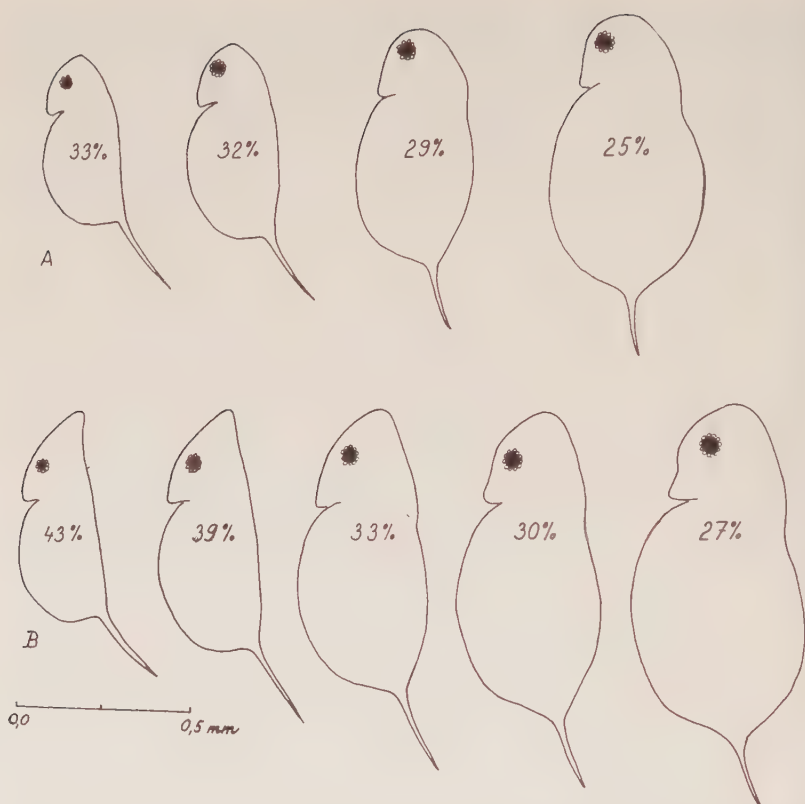


Fig. 3.

Early postnatal growth of *Daphnia cucullata* SARs from neonata to primipara instar at 20° C. A-17th generation of the clone from small pond Bezednice, B-15th generation of the clone from the pond Hořejší.

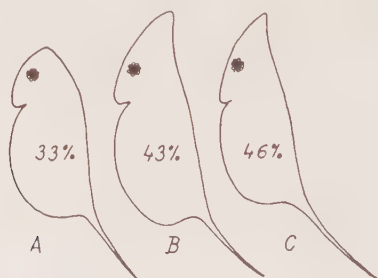


Fig. 4.

Neonatae of *Daphnia cucullata* SARs reared at 20° C: A small pond Bezednice, B Hořejší pond, C Vokáčovský pond.

reaching above 10; this number was never ascertained in populations inhabiting the respective pond. This observations are contradictory to those of WOLTERECK (1920) stating the dependence of the helmet size on the intensity of feeding.

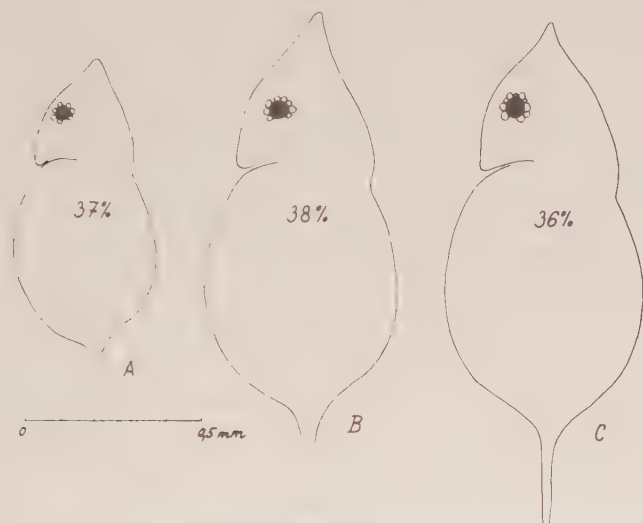


Fig. 5.

A and B specimens of *Daphnia cucullata* SARS clone originating from the small pond Bezdnice cultivated in vessels with currents of water produced by air bubbles arising from tubing at the ground of the vessel. A primiparous instar, B still older instar. C specimen with highest helmet from the 8th generation of the clone originating from Vokáčovský pond kept in vessels without artificial turbulence.

The population of the pond Vokáčovský near Příbram living in hydrological conditions almost comparable to those of the pond Hořejší was brought into the laboratory in winter being without helmets; in the culture they developed high helmets in first generation and also in the 8th generation there appeared beside the specimens without helmets some individuals helmeted even in older instars than primiparous (Fig. 5c). The helmets of their neonatae were longer than those of the population from the pond Hořejší (Fig. 4). These observations correspond to the WAGLER's (1923) remark saying that WOLTERECK succeeded in some high helmeted populations of *Daphnia cucullata* SARS to rear in the laboratory during further parthenogenetic generations both specimens with and without helmets.

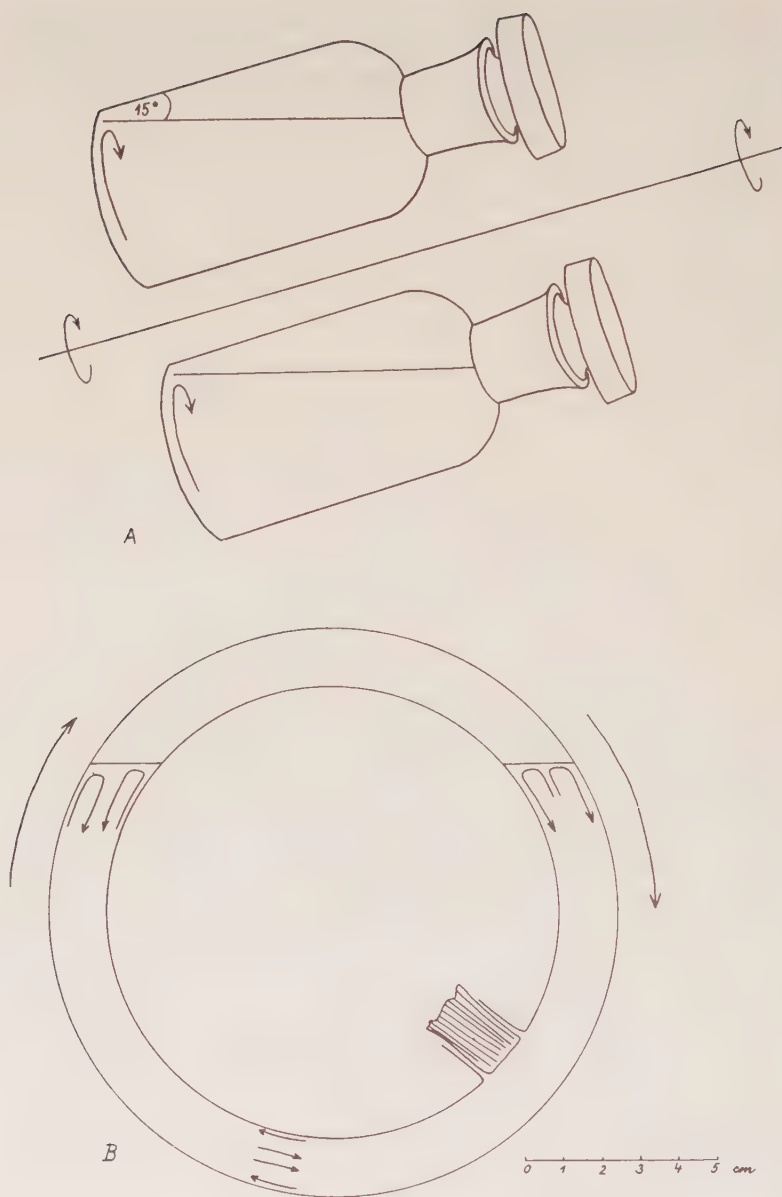


Fig. 6.

A schematic demonstration of the arrangement of 100 ml bottles in the rotating drum. B closed glass tube in which with increased speed of turns contracurrents of increased velocity are produced making possible a rough comparison of the ability of specimens with and without helmet to withstand the current.



## Influence of the water circulation on the growth of helmets during the postembryonal development.

Neonatae of the 15th generation reared in the laboratory, descendants of the population from the small pond Bezednice were put into vessels used for laboratory cultivation (diameter 6 cm, height 12 cm, 200 ml water). By means of a glass tubing bringing the air to the bottom of the vessel (5—10 bubbles were escaping in one second so that 20—40 ml air were blown through in a minute) a distinct circulation of water was realized. Primiparous and still older adult instars developed always helmets under these circumstances, their height being however different in various specimens though inhabiting the same vessel. The highest helmet in adult specimen ever found reached 55 % of the total length of body. The outlines of helmets of two other specimens are sketched in Fig. 5a, b. Comparison with the highest helmet from the small pond Bezednice (Fig. 2a) shows that in the laboratory there were obtained higher helmets than were ever found in nature. The question arises, whether the water circulation brought about by escaping air bubbles influences the development of helmets directly or indirectly by way of affecting some other biological factors, e.g. nutrition. In fact, it is probable that in vessels with water circulation the algae are very well dispersed in the water, while in stagnant water a part of algae sinks to the bottom being thus for *Daphnia* much less accessible.

Therefore, we put in flasks of about 100 ml capacity 70 ml water with suspended *Chlorella* and *Scenedesmus* and added 3—5 speci-

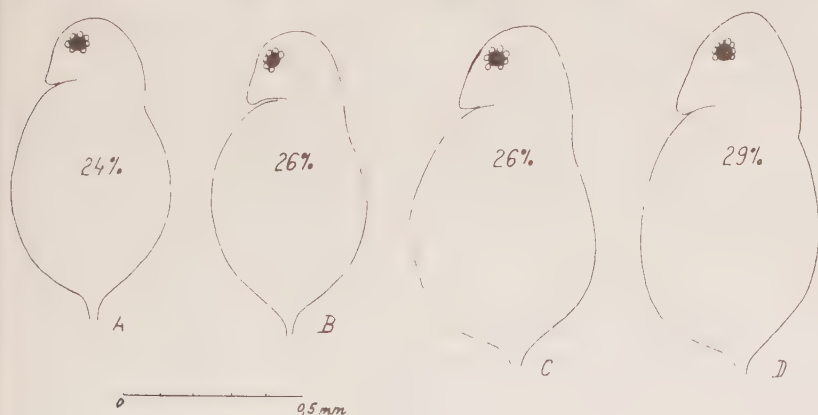


Fig. 7.

The influence of the turns of the bottles in the drum on the development of helmets in primiparous instar. A and B clone from Bezednice, C and D clone from Hořejši. A and C specimens kept at one turn in a minute, B and D specimens kept in bottles with 14 turns in a minute.

mens of *Daphnia cucullata* SARS. The flasks were put into a drum the axis of which to the horizontal plane was about  $15^\circ$  and the whole turned in the water bath at  $20^\circ$  C (Fig. 6a). The number of turns was in different series of experiments 1, 4 and 14 in a minute. A distinct helmet was developed only in the clone from the pond Hořejší by 14 turns in a minute (Fig. 7), although already by 1 turn in a minute the cells of *Chlorella* were perfectly dispersed in the experimental vessel.

#### CONCLUSIONS AND DISCUSSION

The theories concerning the function of the helmet in *Daphnia cucullata* SARS given by WESENBERG-LUND and OSTWALD on one side and by WOLTERECK on the other side are contradictory to our observations revealing that both in nature and in laboratory cultures one of the most potent factors influencing the development of helmets is



Fig. 8.

Comparison of the shape from the posterior view of specimens with and without helmets.

the circulation of water. The formerly supposed functions of the helmet either as an adaption of the shape of body to the lower viscosity of water or as levelling the movement in the thin horizontal layer with accumulated food are acceptable only for quiet and undisturbed layers of water. Our experiments proved that helmets in adult *Daphnia cucullata* SARS are present only when the water is distinctly circulating.

In the ponds under observations *Daphnia cucullata* SARS was regularly found in epilimnium where both horizontal and vertical water circulation occurs (see the scheme in Fig. 9c). WOLTERECK (1928 and 1930) mentions that in lakes during the day time *Daphnia cucullata* SARS stays in deeper layers of epilimnium, while the non-helmeted population of *Daphnia longispina* MÜLLER inhabiting the same lakes choose the hypolimnium for their habitat during the day. In some investigated ponds (V. Pálenec) exposed to the wind in about the same extent as the pond Hořejší and in the Hořejší pond itself the helmet was not ascertained in *Daphnia longispina*. Apparently the development of helmets does not depend directly only on the life in epilimnium and water circulation in all species of the genus *Daphnia*. However, the species *Daphnia cucullata* SARS shows the tendency to produce larger helmets in ponds more agitated by the wind (larger ponds compared with small ponds in the valley of the river Labe); therefore, there ought to exist further factor determining the influence of circulation on the development of helmets.

WAGLER (1923) could not discover any factor decisive for the presence or absence of the species *Daphnia cucullata* SARS in a pond or lake. Our investigations reported in another paper (HRBÁČEK 1958) revealed the species *Daphnia cucullata* SARS as the exclusive or strongly predominant representative of the genus *Daphnia* only in ponds with the fish population amounting to more than 20.000 pro hectar. In 5 small ponds the fish population of this size was destroyed by poison; in consequence the species *Daphnia cucullata* SARS disappeared and was substituted by the non helmeted *Daphnia longispina* MÜLLER. In ponds with a fish population denser than 20.000 pro hectar an extensive devouring of zooplankton by fish is to be supposed.

In accordance with NIKOLAJEV's (1950) statement that primarily the voracious activity of fish causes the migration of pelagic animals into lower water layers at day it can be supposed that in the depth *D. cucullata* SARS is less exposed to danger to be devoured by fish than near the surface. *Daphnia* species living in deeper layers of the epilimnium are exposed to the effects of the return current and of currents with upwards direction caused by the wind action on the water surface. These currents carry *Daphnia* towards the surface, as

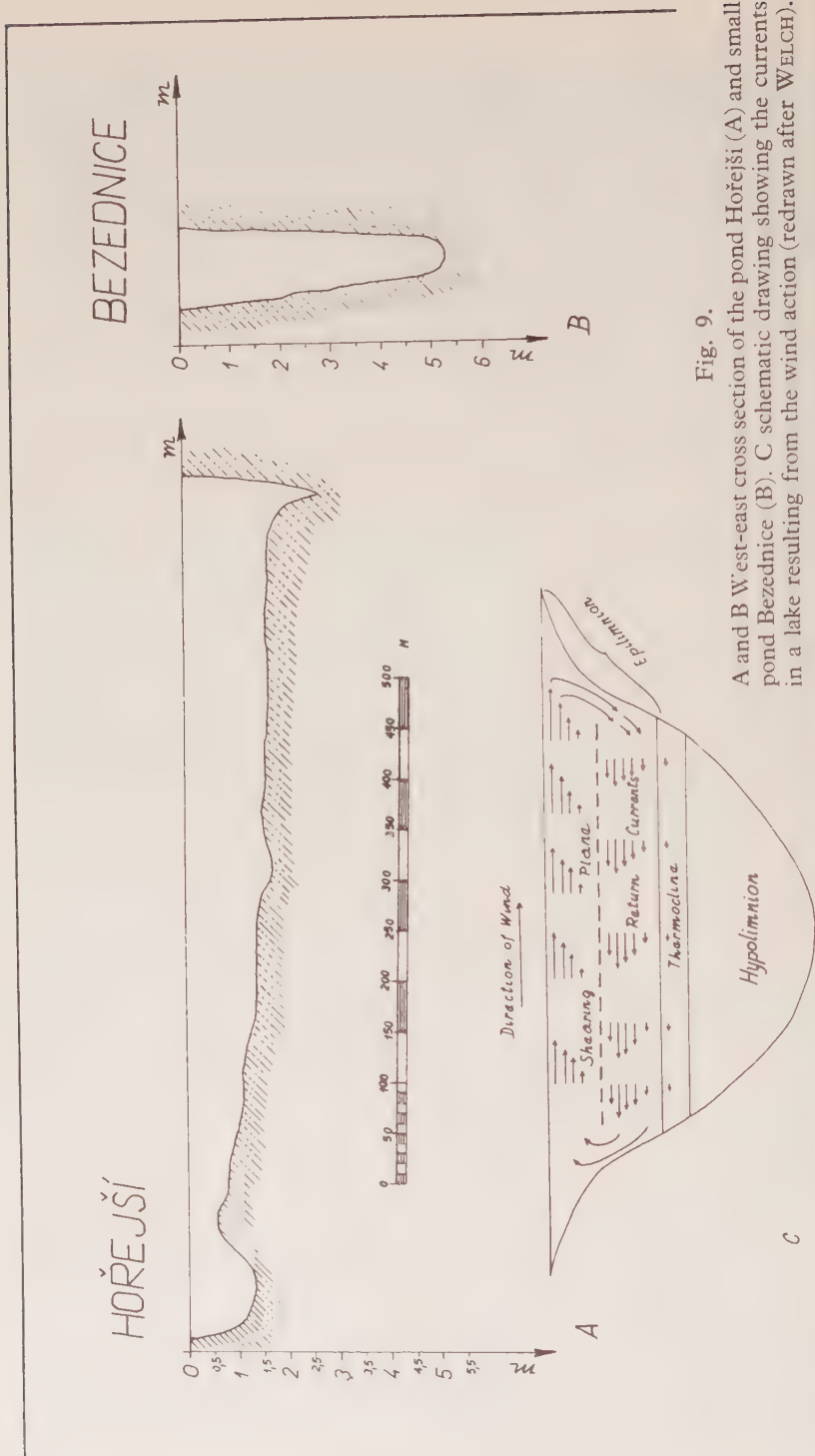


Fig. 9.

A and B West-east cross section of the pond Hořejší (A) and small pond Bezednice (B). C. schematic drawing showing the currents in a lake resulting from the wind action (redrawn after WELCH).



far as they do not oppose by swimming against it. The *Daphnia* carried to the surface are in basins inhabited by *Daphnia cucullata* SARS strongly attacked by fish. Thus a selection is realized in that direction that *Daphnia* capable to oppose the action of currents are preserved in greater amounts, while *Daphnia* carried to the surface are for the most part devoured. Preliminary experiments showed the specimens of *Daphnia cucullata* SARS equipped with helmets are better capable to resist the current than those lacking them. The velocity of the back stream under comparable conditions is almost certainly in some proportion with the length of the water surface exposed to the wind action.

This supposition is supported by the fact that the relative size of the helmet increases with increasing surface area of the habitat (observed in our material when comparison of length of helmets was made between the populations inhabiting the three ponds with surface area of more than 15 ha on one side and 11 small ponds of surface area less than 1 ha near the river Labe on the other side. From FINDENEGG's data it can also be shown that in lakes helmets in *Daphnia cucullata* are roughly proportional to the surface area. In this direction our observations are in accordance with those of WAGLER (1923) who found in *Daphnia cucullata* SARS living in small ponds either none or very low helmets. On the other side in our studies no population of *Daphnia cucullata* SARS was discovered unable to produce helmets when cultivated in vessels with air-bubbling giving rise to water circulation. Therefore we assume that in populations reported by WAGLER as without helmets the ability to develop helmets would be discovered if a suitable method would be applied. We found also that in small relatively deep ponds the helmets appear as late as in autumn (see also Fig. 1) being completely absent in summer generations, so that the existence of helmets, if not particularly searched for, can be easily overlooked. As far as the influence of selection on increase of a morphological character is concerned we appeal to the selectory experiments of BANTA (1939) and collaborators and take this possibility for granted in *Daphnia* also in the course of parthenogenetic reproduction.

#### SUMMARY

1. The problems concerning the development of helmets in *Daphnia cucullata* SARS were studied. The height of the head was expressed in per cent of the total length of *Daphnia*. The relative length of head was used as a measure characterising the size of helmet.

2. In relatively deep small ponds with surface area less than 1

hectare the relative height of head in adult specimens reaches its maximum in autumn i.e. at the beginning of circulation.

3. The relative height of the head in neonata instar at 20°C is different in different populations. In the clones from 3 ponds with surface area more than 15 hectare the relative height of the head in neonata instar at 20°C is greater than in 4 clones from small ponds the surface of which is less than 1 hectare.

4. Populations possessing under natural conditions a low helmet were cultivated in the laboratory; their adult descendants did not develop the helmet at all. In the descendants of populations with high helmets a reduction of helmet could be observed after 5—10 generations cultivated in vessels in laboratory.

5. In the descendants of specimens which under laboratory conditions ceased to develop helmets in adult instars this ability is renewed when a water circulation is produced in the cultivation vessels by means of air bubbles. In this way we obtained higher helmets under laboratory conditions than could be ever found in populations under natural conditions.

6. According to our observations the function of the helmet can be interpreted as an adaptation to resist more easily the water current.

7. The role of fishes as selective factor is discussed.

## REFERENCES

- BANTA, A. M. - 1939 - Studies on the physiology, genetics, and evolution of some Cladocera. Paper No 39, Dept. of Genetics, Carnegie Inst. of Washington 285 pp.
- BERG, K. - 1936 - Reproduction and Depression in the Cladocera, illustrated by the weight of the Animals. *Arch. Hydrobiol.* 30, 438-464.
- BERGER, KURT - 1934 - Die Art *Daphnia longispina*. *Int. Rev. Hydrobiol.* 30, 306-370.
- BROOKS, J. L. - 1946 - Cyclomorphosis in *Daphnia* I. An analysis of *D. retrocurva* and *D. galeata*. *Ecol. Monogr.* 16, 409-447.
- BROOKS, J. L. - 1947 - Turbulence as an environmental determinant of relative growth in *Daphnia*. *Proc. Nat. Acad. Sci.* 33, 141-148.
- COKER, R. E. & ADDLESTONE, H. H. - 1938 - Influence of Temperature on Cyclomorphosis in *Daphnia longispina*. *J. Elisha Mitchell Sci. Soc.* 54; 45-75.
- FINDENEGG I. - 1948 - Die *Daphnia*-Arten der Kärntner Gewässer und ihre Beziehung zur Grösse des Lebensraumes. *Österr. zool. Z.* I, 519-532.
- HRBÁČEK, J. - 1958 - Typologie und Produktivität der teichartigen Gewässer. *Verh. int. Ver. Limnol.* 13, 394-399.
- HRBÁČEK, J. - Über die angebliche Variabilität von *Daphnia pulex* Deg. *Zool. Anz.* . . . in the press.
- NIKOLAJEV, I. I. - 1950 - Sutočnyje vertikalnyje migracii zooplanktona i ich zaščitno prisposobitel'noje značenie. *Zool. zurn.* 29, 523—529.
- OSTWALD, W. - 1902 - Zur Theorie des Planktons. *Biol. Zbl.* 22, 596—605; 609—638.

- OSTWALD, W. - 1904 - Experimentelle Untersuchungen über den Saisonpolymorphismus bei Daphniden. *Arch. Entwickl.-Mech.* 18, 415—451.
- WAGLER, E. - 1923 - Über die Systematik, die geographische Verbreitung u. die Abhängigkeit der *Daphnia cucullata* Sars von physikalischen und chemischen Einflüssen des Milieus. *Int. Rev. Hydrobiol.* 11, 41—88, 265—316.
- WESENBERG-LUND - 1900 - Von dem Abhängigkeitsverhältnis zwischen dem Bau der Planktonorganismen u. dem spezifischen Gewicht des Süßwassers. *Biol. Zbl.* 20, 606—619, 644—656.
- WESENBERG-LUND - 1939 - Biologie der Süßwassertiere. Wien 817 pp.
- WOLTERECK, R. - 1913 - Über Funktion, Herkunft u. Entstehungsursachen der sogen. „Schwebe-Fortsätze“ pelagischer Cladoceren. *Zoologica* 26 (67): 474—550.
- WOLTERECK, R. - 1920 - Variation und Artbildung. Analytische u. experimentelle Untersuchungen an pelagischen Daphnien u. anderen Cladoceren. *Int. Rev. Hydrobiol.* 9, 1—151.
- WOLTERECK, R. - 1928 - Über die Spezifität des Lebensraumes, der Nahrung u. der Körperformen bei pelagischen Cladoceren u. über „Ökologische Gestalt.-System“. *Biol. Zbl.* 48, 521—551.
- WOLTERECK, R. - 1930 - Alte u. neue Beobachtungen über die geographische u. die zonare Verteilung der helmlosen u. helmtragenden Biotypen von *Daphnia*. *Int. Rev. Hydrobiol.* 24, 358—380.

# A Note to Explanation of Reservoir Water Taste and Odour

by

MIROSLAV ŠTĚPÁNEK<sup>2)</sup>, HANUŠ Ettl<sup>1)</sup> & MILENA VOTAVOVÁ<sup>3)</sup>.

During May 24—30th, 1956, mass development of genus *Chlamydomonas* individuals has been observed in the water of the reservoir Sedlice near Želiv in Czechoslovakia. Especially in windless time the upper water strata were penetrated by a compact layer of this organism. Due to wave action the whole mass of the *Chlamydomonas* „bloom” concentrated in calm areas. The first days of this mass *Chlamydomonas* development made the reservoir water diffuse an offensive smell, this condition became more and more pronounced. When decaying, these organisms produced an extremely pungent smell. The nature of this odour as established by organoleptic tests reminded that of hydrogen sulfide or spoiled eggs and decaying hay. Water quality and appearance at this time were more than defective. The shore line of the reservoir influenced by wave action, and the stones and other subjects found on the shore were covered by drying mass of decaying organisms, so that along the shore line a marked gray-green band could be seen.

The effects of the above-mentioned organic mass development in the reservoir are very important. Many articles have dealt with this problem.

On the basis of systematic water quality investigations we succeeded in explaining the cause of the genus *Chlamydomonas* mass development. In this article the results of our investigation are presented.

In the reservoir Sedlice the *Chlamydomonas* genus is represented by the following species:

*Chlamydomonas incerta* PASCHER, *Chlamydomonas bicoeca* PASCHER, *Chlamydomonas Debaryana* GOROSCHANKIN, *Chlamydomonas pertusa* CHODAT, and *Chlamydomonas perpusilla* [KORSCHIKOFF] GERLOFF.

<sup>1)</sup> Praha 2, U botanického ústavu 2.

<sup>2/3)</sup> Ústav hygieny, Praha 12, Šrobárova 48.



Of these species *Chl. incerta* was the most abundant /90—95% of the total/, followed by *Chl. Debaryana* /3—5%/, the rest being remaining species in approximately similar proportions.

The description of individual species is given below:

*Chlamydomonas incerta* PASCHER /Fig. 1./:

The cells were almost ball-shaped with thicker membrane, which with mature individuals often loosens from the protoplast on the basis. The papilla is absent, the membrane at the point of flagella insertion is only slightly reinforced. The length of the cell is slightly less than the length of the flagella. The chromatophore is pot-shaped with reinforced basal parts, containing a relatively large pyrenoid body.

The stigma with a relatively changing shape /see Fig. 1 b/ is placed approximately in the equatorial level of the cell. Two regular apical pulsing vacuoles have been observed; the nucleus is situated near the middle of the cell. Observed reproduction processes were only of asexual type with zoospores, which were always found by four units. Other reproduction stages have not been observed. Vegetative cells were 15—23  $\mu$  in diameter.

On the whole the observed individuals confirm the original description. Very slight differences have been noted with a little larger pyrenoid body, stigma shape and situation, and thicker cell membrane. These differences have been observed on many samples of water characterized by various degrees of pollution — from poly — to oligo-saprobity.

*Chlamydomonas Debaryana* GOROSCHANKIN /Fig. 3./

The cells of all found individuals were egg-shaped with broad oval basal and pointed foremost portions. The membrane was fine and at the basis often loosened from the protoplast. The papilla was relatively large, straightly cut. The flagella were a little shorter than the cell. The chromatophore usually was top-shaped, reaching up to the papilla; on the basis at the point of the pyrenoid body insertion it was reinforced. A broad ellipsoidal stigma is placed at the equatorial level of the cell. There are two regular apical pulsating vacuoles; the nucleus is found near the middle of the cell. Reproduction was not observed except initial protoplast division. All individuals were found 18—20  $\mu$  in length and 13—15  $\mu$  in width.

With these a striking fact was noticed, namely the non-striped pyrenoid body, which mostly had been covered by several granules of starch. In addition, the papilla was smaller and non hemispherical.

*Chlamydomonas pertusa* CHODAT /Fig. 5./

The individuals found in samples fully fit the original description. The cells were broadly ellipsoidal with broadly rounded endings.



Fig. 1. *Chlamydomonas incerta* PASCHER - mature vegetative cell; a - insertion of flagella; b - variety of forms in stigma; c - young „daughter” cell; d - vegetative cell with detailed sketched pyrenoid; e - the upper view.

Fig. 2. *Chlamydomonas bicoeca* PASCHER - vegetative cell; a - detail of the papilla; b - detail of the pyrenoid.

Fig. 3. *Chlamydomonas Debaryana-Goroschankin* - vegetative cell; a - detail of the papilla.

Fig. 4. *Chlamydomonas perpusilla* / KORSCHIKOFF / GERLOFF a - vegetative cell - side view; b - the same - front view; c - the same - upper view; d - the papilla in detail

Fig. 5. *Chlamydomonas pertusa* CHODAT - vegetative cell; a - detail of the papilla.

The membrane was thicker without loosening from the protoplast with marked keel-shaped papilla. The flagella were shorter than the cell. The chromatophore was on both ends hemispherical, each half with one pyrenoid body. In the middle of the cell where the nucleus was situated there was a second pyrenoid body. A broadly ellipsoid stigma was found in the front-half of the cell. Two regular apical pulsating vacuoles were observed; the nucleus was situated in the middle of the cell in the chromatophore hollow. No reproduction has been observed. The cells was 24—26  $\mu$  in length and 17—19  $\mu$  in width.

*Chlamydomonas bicoeca* PASCHER /Fig. 2./

This species which in our material was only rarely present, was also conformable to the original description. The cells are nearly ball-shaped with a thicker membrane and a distinct flat papilla. The flagella are a little longer than the cell. The chromatophore is essentially pot-shaped with 2 side pyrenoids. On the insertion place of the pyrenoids the chromatophore is thickened. The stigma was rounded, larger than it has originally been described. There are always two apical pulsating vacuoles regularly located. The nucleus is situated in the middle of the cell. As has been observed, the reproduction was performed with the aid of asexual zoospores, formed and arranged in the cells by four units. The diameter of the vegetative cells was 20—25  $\mu$ .

*Chlamydomonas perpusilla* /KORSCHIKOFF/GERLOFF/ Fig. 4./

The cells are of long ellipsoidal shape, slightly bended. The membrane is fine, does not loosen from the protoplast. A flat little distinct papilla is present. The length of the flagella reaches about one length of the cell. The wall-chromatophore is channel-shaped with one pyrenoid side. The stigma is ellipsoidal, situated in the foremost half of the cell. Only one apical pulsating vacuola is present. The nucleus is located in the back portion of the cell, behind the pyrenoid. The reproduction as observed was only of the asexual type with the aid of zoospores, formed by one or two pairs. The length of the vegetative cells was 8—12  $\mu$ , the width was 2—3  $\mu$ .

The difference from the original description has been apparent in the presence of papilla and only one pulsating vacuole. Since this kind was so rare in our material and from the morphological point of view resembling *Chl. perpusilla*, this observed form we ascribe to the abovementioned kind /in spite of the fact, that it forms a possible new individual variety or even a new kind/.

#### THE COURSE OF GENUS *Chlamydomonas* DEVELOPMENT.

The ice covering the reservoir Sedlice lasted from the end of November, 1955, till the half of April, 1956. In the first week of March /29.II.—2.III./ mild weather set in with thaw. During these days about 0,5 m of the snow layer has thawed with a resulting flood. The masses of water have filled even minute forest streams with usually dry beds. Periodical ponds, small and great ponds have overflowed. The results of erosion effects in the basin of the stream Kletečná — an inflow into the reservoir — in comparison to the basin of another reservoir inflow stream Hejlovka — was more fatal. Above the beginning of the reservoir blocks of ice have rooted up the banks and meadows. In this time from the village ponds in Hejlovka basin mud has been washed which was carried downstream into the reservoir. Here it was either torn under the ice by the stream and allowed for sedimentation, or thrown on the ice. The following situation on the reservoir in this time as regard to the inflow branch of Hejlovka has been observed: the free level without ice reached about 500 m below the beginning of the reservoir. The next 500 m of the upper region /inflow branch/ of the reservoir have been occupied by a muddy field lying on the ice/ see Phot. 1, 2'. The thickness of this muddy layer was approximately 5—10 cm. On this muddy field and the ice cover in the reservoir a 10 cm layer of water has been observed. The thickness of the ice was 35—40 cm. During the 5th of March, 1956, a change of weather set in and the water layer on the ice froze. This new ice layer was covered the next days by a fresh snowfall /10—15 cm, 14.3.1956/. In the lower region of the reservoir /near the dam/ winter stagnation conditions formed again. The next week the reservoir level carrying the ice was lowered by about 2 m. This was done on behalf of ice damage near the banks, which should make thawing easier. On the 22th of March a new thaw set in; so that on the 24th of March both inflows carried another flood wave. These conditions lasted till the 28th of March. From the 29th bright sunny weather set in. On the muddy field on the ice cover of the inflow branch Hejlovka, several birds seeking for food could be observed. Some samples of mud have been collected as soon as in the water covering the mud a green film appeared, composed of individuals belonging to the genus *Chlamydomonas*. On the 30th of March samples of plankton from village ponds in the Hejlovka basin were collected. In these pond individuals of the genus *Chlamydomonas* also were to be estimated predominant. During the next days the mud lying on the ice speeded up its thaw, since the heat absorption in these areas proceeded more intensively than areas with ice without muddy cover. During these 10 days the sun was shining several hours. The mud set free by thaw of the ice slowly sank to the bottom.





Photo 1



Photo 2

This fact caused great water turbidity /Secchi disc — 10 cm/. Water temperature at points of the former ice thaw raised in two days to 7°C, while in other sections of the reservoir, which remained under ice, values about 0°C near level have been noted. So it has been noted that the part of the reservoir from the junction of inflow streams Hejlovka and Kletečná to the beginning of the reservoir at the inflow Hejlovka was free of ice on the 9th of April with water temperatures between 4—7°C. Successive heat absorption of water in the next 5 days caused the total thaw of the ice in the whole reservoir area. Sunny and windy days caused rapid raise of water temperature of the upper strata so that on the 17th of April the level water temperature was as high as 10,4°C.

On the level of the left inflow branch /Hejlovka/ pieces of mud were flowing, which had not sunk to the bottom. On the 24th of March a small film composed of individuals of the genus *Chlamydomonas* has been detected on these pieces of flowing mud, similar to the film observed in water on the above-mentioned muddy field. The next day this film thickened. The zone of its presence spread, as it can be seen in Fig. 6. In other sections of the reservoir the number of individuals of the genus *Chlamydomonas* was not large and at the right inflow branch only rare presence has been observed.

On the 26th of April the zone of presence of the genus *Chlamydomonas* was moved downstream to a protected sunny gulf, and at this location a rapid development occurred /see Fig. 6, 7/.

In surface water strata there have been counted 7 millions per ccm of individuals; this concentration decreased with increasing distance from the littoral zone, amounting to some 1,5 millions in the middle of the reservoir valley. At the depth of the 5 cm under water level there have been found 640000 individuals and at 10 cm 5000 individuals of the genus *Chlamydomonas*. From this gulf to the junction a decreasing tendency of the concentration has been noted, so that about 100 m above the junction of both inflow branches in the left branch 7200 individuals have been found in the surface water stratum.

The situation in the reservoir on the 27th of April is illustrated in Fig. 8. The main zone of the presence of the genus *Chlamydomonas* has moved again downstream into the junction region of the reservoir. The development of this population went on very fast so that in the surface layer nearly 10 millions of individuals have been found. The portions of this main field were torn down partly by the stream, partly by the wind, and it could be possible to find bands of *Chlamydomonas* film along the shore of the whole reservoir area. At this time a second source of the genus *Chlamydomonas* development appeared, e.g. in the gulf below the inflow of the village Sedlice pond, which has been /partly/ discharged with the result of inoculating the

water of the reservoir with a fundamental culture of individuals belonging to the genus *Chlamydomonas*, occurring in the above-mentioned pond very abundantly as verified by an analysis from preceding days. From this source the mass of organisms has spread by wind in the lower section of the reservoir near the dam. Maximal enlivenment has been found in about 1 cm water layer by the level, in 5 cm depth only few organisms have been detected and in 0,5 m

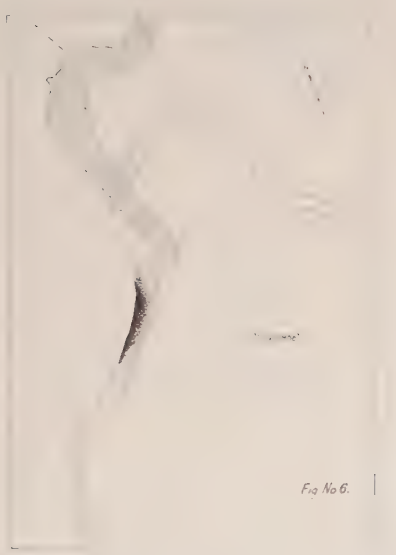


Fig No 6.

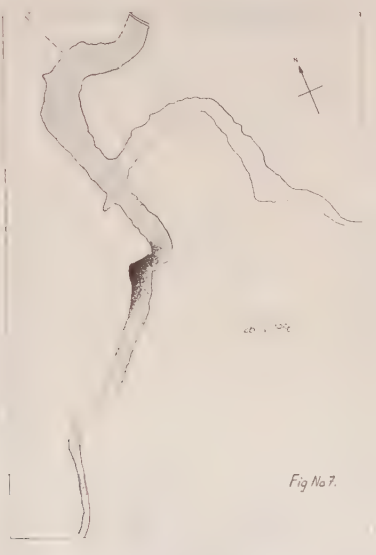


Fig No 7.

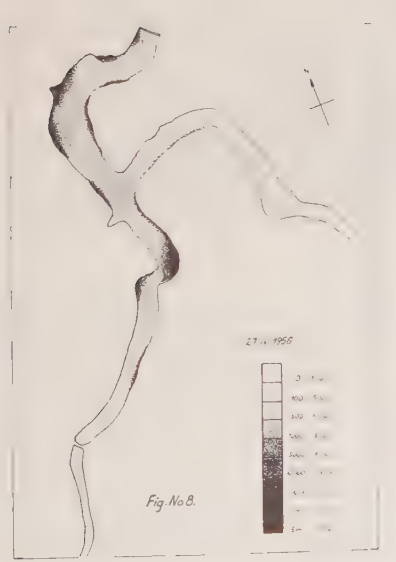


Fig No 8.

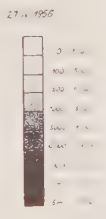
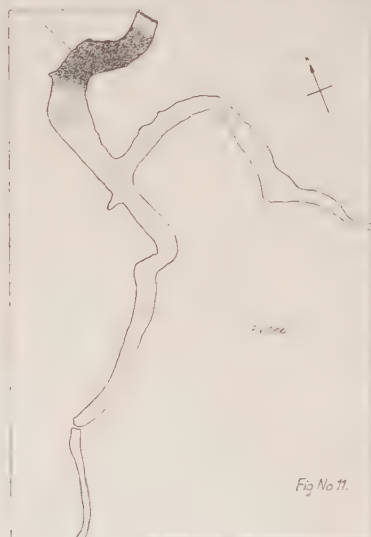
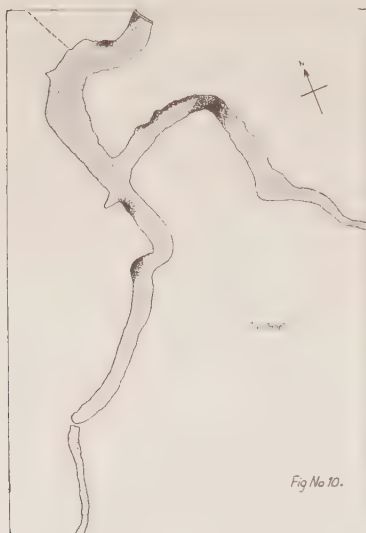


Fig No 9.

depth the occurrence was only rare. Directly near the inflow of the village pond there have been found in surface layer about 10 millions of individuals and in a lower situated gulf about 5 millions of organisms. On the next day /28.4./ all *Chlamydomonas* have been dispersed by rainfall and wind. On the 29th of April a calm and sunny weather set in, so that the possibility was given for genus *Chlamydomonas* for spreading the whole reservoir level. The original



centres of development remained nevertheless visible. More than 5 millions of individuals have been counted near the level in the gulf of the left inflow branch in front of the junction and in the gulf near the dam. The high inflow from the Sedlice stream /originating in the village pond/ caused reducing of the number of genus *Chlamydomonas* individuals to 1 million in the gulf at its mouth. Partially some individuals have been spread upstream into the right inflow branch. Greater concentrations have been noted near the shore exposed to the south /see Fig. 9/.

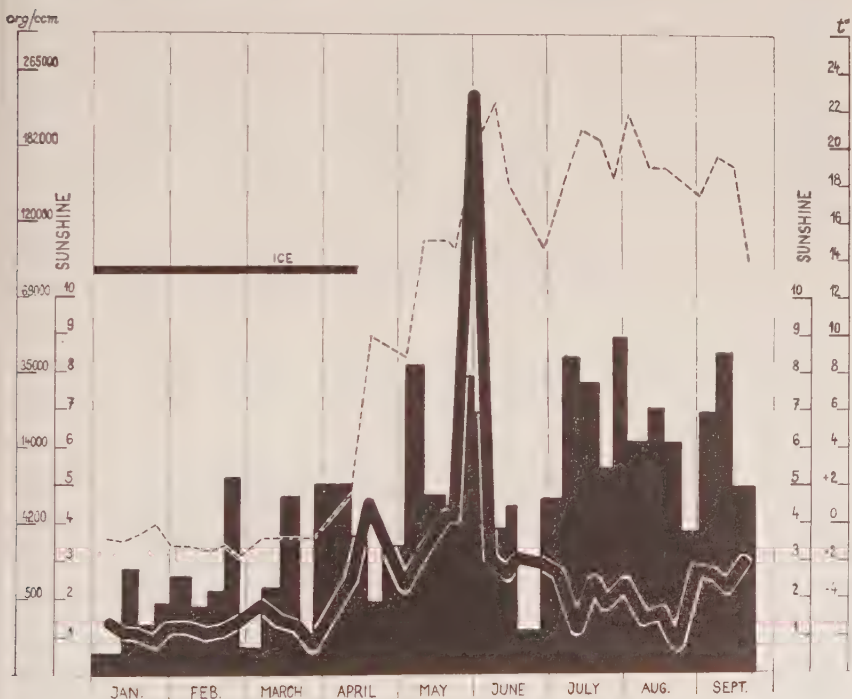
On following days, e.g. on the 30th of April a heavy rainfall appeared. The rain lasted till the afternoon of the 1st of May. The inflow into the reservoir was very high again. The organisms of *Chlamydomonas* were dispersed by wind and rain, by wind action being drifted till the bend in the right inflow branch of the reservoir /Kletečná/. Maximum numbers have been noted again in the gulf of the left inflow branch /see Fig. 10, 11/. In the afternoon the surface stratum of water with *Chlamydomonas* discharged from the reservoir as an overflow. Below the dam the *Chlamydomonas* organisms got on the



banks and began to decompose. On the 6th of May only residual portions of *Chlamydomonas* film have been detected at water level near the dam, where the overflow continued.

With the exception of some days at the beginning of May this month was cloudy frequent with rainfall.

On the 15th of May a change of weather set in with a sunny period. During 14 fine days the genus *Chlamydomonas* development was observed again, not in the previous detected sources, but on the whole reservoir level simultaneously. The development intensity was not as great as in the preceding period; the number of individuals in the surface stratum varied from 100000 to 1 million per 1 ccm.



Graph 1

The thick black line shows the variation of the mean count of individuals per  $\text{cm}^3$ . The mean count is calculated as an arithmetical mean of 12 counts obtained for corresponding samples, taken at different depths of a vertical in 1 m depth interval from level to bottom - see Table I and II. The scale for organism counts is situated at the left side of the graph.

The dotted line represents the water temperature near the surface with a corresponding scale in  $^{\circ}\text{C}$  shown at the right side of the graph. The black bar graph shows sunshine duration in hours as observed during pentades. / The scale is marked at test sides of the graph - heliograph records /. The period of ice cover presence is marked by a thick horizontal line.

TABLE I.

*Chlamydomonas* gen.

Location: Vertical DP

Units: Org/cm<sup>3</sup>

Day	6	11	18	25	31	8	15	22	28	7	14	21
Month	1	1	1	1	1	2	2	2	2	3	3	3
Year	1956											
DP-0	300	50	0	100	200	50	0	50	50	250	0	•
DP-1	0	0	0	0	0	0	0	50	50	100	0	0
DP-2	150	50	50	0	0	100	0	100	100	100	50	0
DP-3	50	0	50	0	—	—	100	0	50	100	100	200
DP-4	0	100	50	0	0	0	—	—	—	—	—	50
DP-5	100	0	100	—	—	—	0	50	100	50	50	0
DP-6	0	50	0	0	50	0	—	—	—	—	—	0
DP-7	0	0	0	—	—	—	0	0	0	150	0	—
DP-8	0	0	0	0	0	100	—	—	—	—	—	0
DP-9	0	0	0	—	—	—	100	0	0	100	50	0
DP-10	0	0	0	0	0	0	—	—	—	—	—	50
DP-11	0	0	0	—	—	—	0	0	0	50	50	0
DP-12	0	—	0	0	0	0	0	0	0	50	50	—
DP-d	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Σ	600	250	250	100	250	250	200	250	350	950	350	300
$\bar{x}$	43	19	18	10	28	28	20	25	35	95	35	28

Day	28	11	18	25	2	10	17	22	30	7	12
Month	3	4	4	4	5	5	5	5	5	6	6
Year	1956										
DP-0	0	850	3300	1050	5400	950	1750	2350	743000	1300	600
DP-1	—	1000	—	—	—	—	—	1700	2450	1300	450
DP-2	0	1000	2000	1300	750	900	3000	4250	2900	1500	750
DP-3	—	300	—	—	—	—	—	2450	1800	650	200
DP-4	0	400	3300	1250	400	900	800	1050	900	350	50
DP-5	—	0	—	—	—	—	—	900	300	400	200
DP-6	50	150	600	600	350	0	550	1500	1250	50	450
DP-7	—	0	—	—	—	—	—	300	550	150	150
DP-8	0	0	1800	350	150	300	1250	0	1850	0	150
DP-9	—	50	—	—	—	—	—	0	500	0	0
DP-10	0	0	50	50	200	400	350	150	350	0	150
DP-11	—	50	—	—	—	—	—	100	1950	50	250
DP-12	—	—	—	—	—	—	—	200	—	0	100
DP-d	0	100	50	300	150	350	150	450	650	250	50
Σ	50	3900	11100	4900	7400	3800	7850	15400	755450	6000	3550
$\bar{x}$	7	300	1586	700	157	543	1121	1100	58111	428	254

TABLE II.  
*Chlamydomonas* gen.

Location: Vertical DP

Units: Org./cm<sup>3</sup>

Day Month Year	20 6	28 6	4 7	11 7	18 7	25 7	30 7	9 8	15 8	23 8	6 9	
	1956											
DP-0	1050	1250	1050	0	650	•	100	400	350	100	450	•
DP-1	500	900	500	50	350	150	100	100	0	0	300	700
DP-2	600	1200	700	0	200	100	300	0	200	0	450	550
DP-3	800	200	250	150	150	300	300	0	200	0	450	350
DP-4	1150	250	50	0	450	50	400	0	150	0	250	300
DP-5	900	150	0	0	250	100	300	0	0	0	200	250
DP-6	150	50	50	0	50	50	100	150	0	0	250	200
DP-7	150	100	100	—	200	0	250	0	0	0	50	250
DP-8	50	50	—	0	150	100	50	0	0	0	400	350
DP-9	0	350	250	—	0	50	—	0	0	0	100	200
DP-10	100	0	150	0	250	150	300	0	0	0	400	100
DP-11	150	50	150	—	500	100	200	0	0	0	0	100
DP-12	0	—	100	0	150	350	50	0	0	0	1100	300
DP-d	0	350	0	0	0	0	300	0	0	0	300	500
Σ	5600	4900	3350	200	3350	1500	2750	650	900	100	4700	4150
$\bar{x}$	400	377	258	20	239	115	212	46	64	7	335	319

Day Month Year	11 9	19 9	26 9	3 10	11 10	17 10	23 10	1 11	7 11	14 11	23 11
	1956										
DP-0	200	•	•	300	0	150	0	0	0	0	50
DP-1	700	1050	250	300	0	50	0	50	50	0	100
DP-2	200	800	0	50	0	50	0	50	0	0	100
DP-3	150	400	50	350	0	150	50	50	0	0	50
DP-4	100	900	0	400	0	0	0	0	0	0	0
DP-5	600	200	0	500	0	50	0	100	0	0	0
DP-6	50	500	0	200	0	350	0	250	50	0	50
DP-7	350	700	0	150	150	200	0	200	150	0	0
DP-8	0	200	0	350	0	500	0	0	50	0	0
DP-9	50	—	0	200	0	250	0	100	50	0	0
DP-10	100	100	0	100	0	0	0	100	0	0	0
DP-11	50	100	0	50	0	0	0	50	0	0	0
DP-12	—	200	—	150	—	0	0	150	0	—	—
DP-d	100	600	0	100	0	200	0	50	300	100	0
Σ	2650	5750	300	3200	150	1950	50	1150	650	100	350
$\bar{x}$	203	479	25	228	10	139	4	821	46	8	27

On the 30th of May the greatest development maximum in the lowest region of the reservoir was observed. The year long course of productivity in this section is shown on graph No. 1. Tab. I, II. In this graph water level temperature records and average sunshine duration are also given. This maximum production of the genus *Chlamydomonas* was substituted by a certain depression and its occurrence was then only of average pattern.

#### THE EFFECTS OF THE GENUS *Chlamydomonas* MASS DEVELOPMENT.

The reservoir water in the first days of the genus *Chlamydomonas* development already became green coloured and its odour remained that of decaying hay. At the development peaks, e.g. at the end of April and at the end of May the thrown mass of organisms decomposed along the shore line, so that water smelled of hydrogen sulphide. The variation of water level and sunny weather alternating with rain made these decomposing processes very intensive. At the end of April these processes were markedly reduced by a flood, but continued without disturbance also at the end of May. Orientation chemical analyses showed high values of COD [over 26 mg O<sub>2</sub>/l. KMnO<sub>4</sub> test/ and BOD [28 mg O<sub>2</sub>/l/. The pungent odour coming from decomposing masses could be detected in a distance of more than 100 m from the shore. The appearance of water was analogical to that which could be seen in village ponds, into which stall wastes are discharged. On water level bubbles of assimilation origin floated, covered by a green film, so that the water level resembled a surface of green mud with rich development of gases. The taste of this water was very unpleasant, with a sweetish flavour of decay.

#### CONCLUSION

From the above given data we conclude, that the cause of the described water pollution was the mud from village ponds in the basin of the stream Hejlovka and from the village pond of Sedlice. Fig. 12. The laboratory evidence for this conclusion has been found by collecting and analytical treatment of mud samples from village ponds and from washed off mud on the ice of the left inflow branch of the reservoir. The mud was overflowed by reservoir water and cultivated at room temperature. During 14 days a mass development of the genus *Chlamydomonas* monoculture occurred, so that water in the experimental aquarium was intensively green coloured. In the control aquarium containing only reservoir water this development has not been observed. The mud from the reservoir bottom failed as an inoculum for cultivating the *Chlamydomonas* monoculture. On the other hand, the mud from village ponds watered by well or tap



water always caused the monoculture development. Water analyses from village ponds in March, April, and May have shown many individuals of the genus *Chlamydomonas*. The rapid development of organisms in the left inflow branch of the reservoir has been caused by several factors:

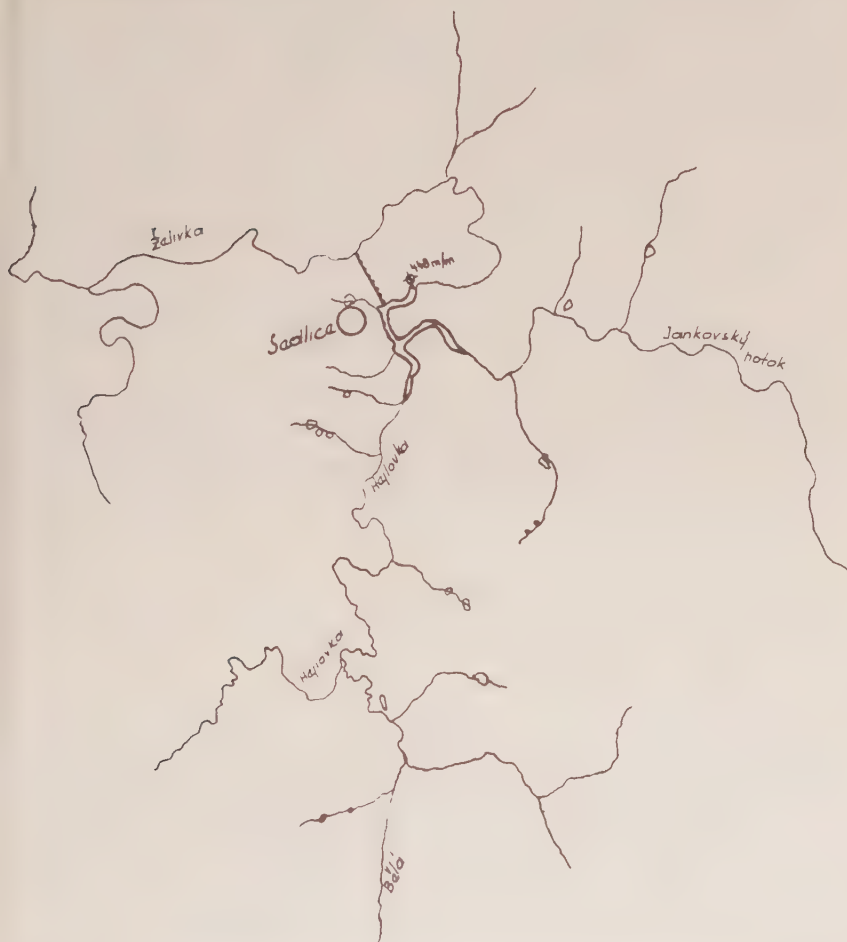


Fig. 12. Situation of the Reservoir Sedlice in the Basin of the River Želivka.

- 1/ The flood which washed off village ponds and carried the mud with the inoculum into the reservoir;
- 2/ The mud in the left inflow branch could get on the ice cover. This factor made possible the primary cultivation of the genus *Chlamydomonas* culture yet in water and mud on ice and the accelerating ice thaw in places with mud on ice.

3/ The high water turbidity in the left inflow branch / Secchi disc 10 cm/ speeded up temperature increase in surface water layers on sunny days from 0° to about 7°C, while other sections of the reservoir were still under ice cover.

4/ Another very important factor was the favourable wind direction, with no effect on two calm sunny gulfs in the left inflow branch, where mass development of the observed organisms occurred.

5/ Finally, a fact could not be omitted namely, that during April high inflow from village ponds secured the nutrition for the organisms.

Without doubt some other factors have additional effects on the described processes, but we presume the above-mentioned factors to be the most important. Another important aspect could be the fact that both the first and the second mass development of organisms set in after a period with a longer average duration during the day.

An interesting and practical fact was observed, namely that for rapid removing of the surface film of organisms an overflow of surface layers was sufficient, by which the majority of organisms were removed from the reservoir.

The taste, odour, and esthetic defects, found by this catastrophic organism development, could be removed by a preventive action, based on continuous observation of biological processes in water; this is an important practical establishment for reservoirs designed for municipal water supply.

This work has been performed at the field laboratory of the Institute of Hygiene, Praha, Sedlice near Želiv / director doc. MUDR K. SYMON/, Section of Water Hygiene/research chief RNDR J. GABRIEL/.

#### LITERATUR

- CHALUPA J., M. ŠTĚPÁNEK - 1957 - A contribution to the study of vertical migration of zooplankton and environment characteristics in reservoir Sedlice (Czechoslovakia). Sci. Papers, from Inst. of. Chem. Technol., Prague, 1957, Fac. of Technol. of Fuel and Water 1—90.
- FOTT, B. - 1956 - Sinice a řasy. -ČSAV, Praha.
- GERLOFF, J. - 1940 - Beiträge zur Kenntnis der Variabilität und Systematik der Gattung Chlamydomonas. *Arch. Protistenk.*, 94: 311—502.
- GOROSCHANKIN, J. N. - 1891 - Beiträge zur Kenntnis der Morphologie und Systematik der Chlamydomonaden II. *Bull. Soc. imp. nat. Moscou*, 1891, 1—50.
- KORSCHIKOFF, A. A. - 1938 - Volvocineae - Vyznačnik prsnovodnich vodoroslej URSR IV. Kiev 1938, pp. 183.
- PASCHER, A. - 1927 - Volvocales in Pascher's Süßwasserfl. H. 4, Jena 1927, pp. 506.
- WELCH, P. S. - 1952 - Limnology. Mac. Graw. Hill. Comp., New York.

# Oocystaenium, a new genus of the Chlorococcales

by

ELLA A. GONZALVES & KAMINI R. MEHRA

Department of Botany, Institute of Science, Bombay, India.

In August 1954, an alga was collected from accumulations of rain water in a field in Goregaon, a suburb of Bombay. A prolonged spell of dry weather in September caused the disappearance of the alga. It was collected early in July in the following year at the commencement of the rains and disappeared at the close of the wet season, as in the previous year. It was also collected in 1956, but in lesser amount. In 1957-58, the area from which the alga was collected was built upon and no further collections could be made.

## DESCRIPTION

The cells of the alga are naviculoid and appear quite elegant (Figs. 1, 2, 10). Occasionally, they may be slightly sigmoid or crescentic. Some are more slender than the others. A slight thickening of the cell membrane is sometimes found at the ends of the cell, as in *Oocystis*. The chloroplasts are small and numerous. They are lanceolate or irregular in outline and are usually arranged in a reticulum, which is particularly noticeable in the slender cells. Each chloroplast has a centrally-placed pyrenoid, while a single nucleus occupies a central position in the cell.

## ASEXUAL REPRODUCTION

The formation of autospores is frequent. The protoplast of a cell divides to form either two (Figs. 3, 5) or four (Fig. 4) daughter protoplasts. The plane of division may be longitudinal or transverse. If division is longitudinal, liberation of the autospores occurs after the daughter protoplasts have assumed the outline of the parent cell. When division is transverse, the daughter protoplasts are somewhat

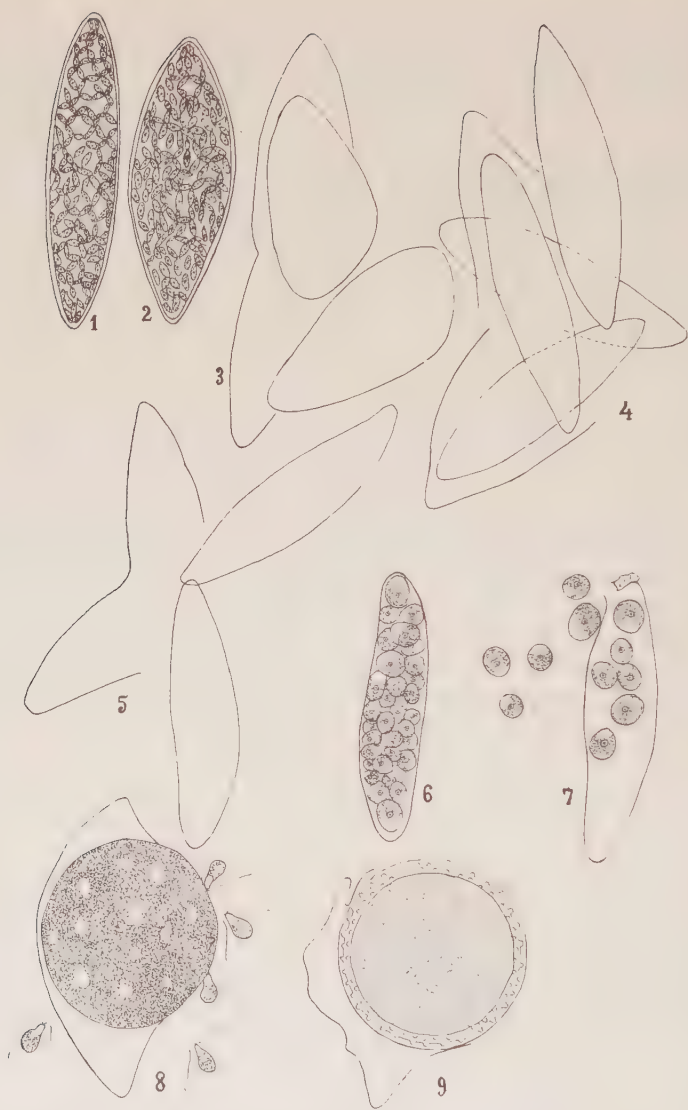


Fig. 1. Male Cell. Fig. 2. Female cell. Figs. 3, 4, 5. Formation of autospores.  
 Fig. 6. Formation of antherozoids. Fig. 7. Liberation of antherozoids.  
 Fig. 8. Oosphere with antherozoids. Fig. 9. Mature zygote.  
 x 225



triangular in appearance. Elongation takes place in a direction at right angles to the plane of division and results in the ultimate formation of an individual like the parent. Occasionally, such daughter protoplasts may be liberated before assuming the outline of the parent. The daughter protoplasts do not always grow at the same rate so that it often appears as if unequal division of the protoplast has taken place (Fig. 12).

The autospores are liberated by the rupture of the parent cell wall. There may be a complete break in the cell wall near the middle or the break may occur on one side only.

### SEXUAL REPRODUCTION

The alga reproduces sexually quite early in its life history. While some cells are forming autospores, others may be forming gametes. Sexual reproduction is distinctly oogamous.

Antherozoids are formed in the slender cells, which seem to be the male cells. Previous to the formation of antherozoids, the chloroplasts exhibit a more pronounced reticulate arrangement (Fig. 13), followed by rounding-off of portions of the cytoplasm. These rounded portions are metamorphosed into antherozoids which may be sixteen or thirty-two in number (Fig. 6). When the antherozoids are mature, one end of the cell swells and eventually ruptures, thus forming an opening through which the antherozoids escape (Figs. 7, 14). At first, the antherozoid appears to be more or less globose, but as soon as it begins to swim, it becomes ovoid, with two cilia of equal length at its anterior, pointed end. It has a prominent pyrenoid, but no clear stigma.

The cells which produce the oospheres (female cells) are broad and have more numerous chloroplasts (Figs. 2, 15) than the male cells. The oosphere is formed as follows: the protoplast of the female cell separates gradually from the cell wall and forms a globose or ovoid oosphere near the centre (Figs. 8, 19). The cell wall ruptures on one side and the oosphere protrudes through this opening. Sometimes, the break in the cell wall occurs before the oosphere is formed, causing protrusion of the partially-contracted cell contents (Fig. 17).

Numerous antherozoids approach a female cell with its exposed oosphere. Some may attach themselves either to the wall of the cell or to the oosphere itself by the anterior end, which becomes elongated. Others hover round the oosphere (Figs. 8, 16). Finally an antherozoid fuses with the oosphere by burrowing into it. The fertilized oosphere surrounds itself with a wall. The zygote is usually spherical (Figs. 9, 18, 19), but occasionally, it may be ovoid (Fig. 20).

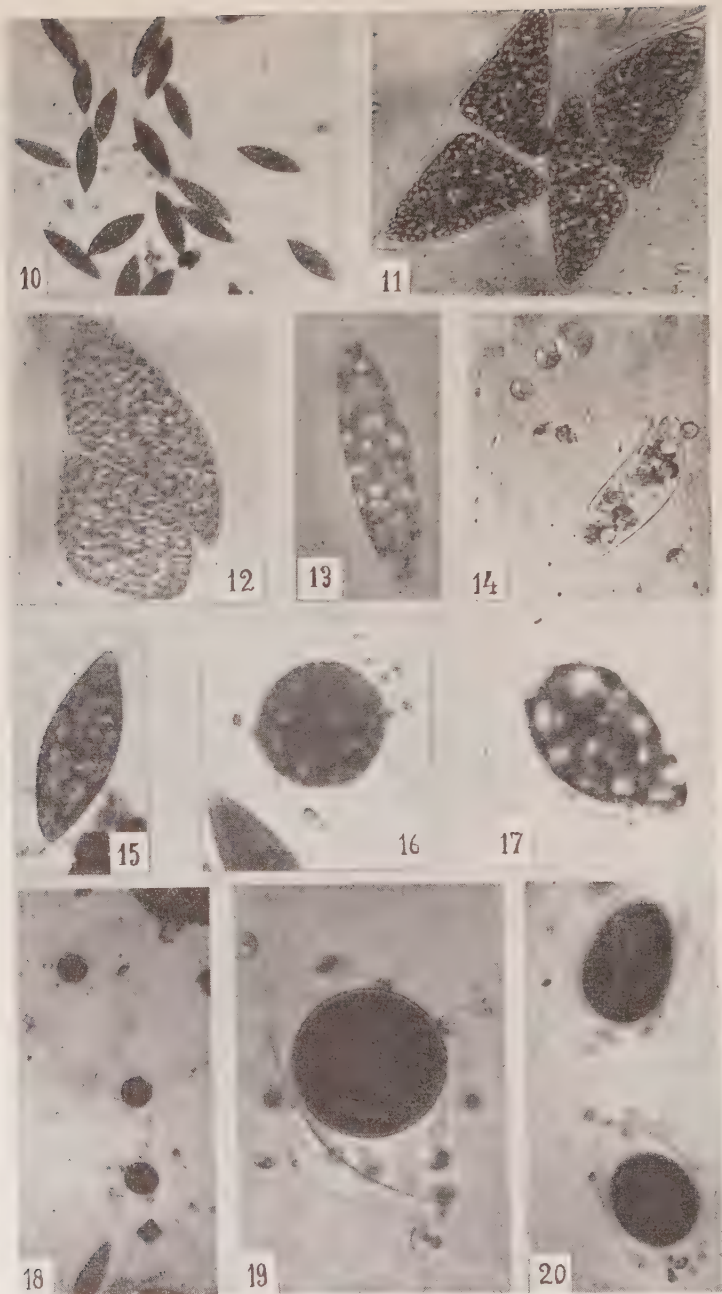


Fig. 10. Male and female cells, x 66. Figs. 11, 12. Formation of autospores x 180.

Fig. 13. Male cell, x 180. Fig. 14. Liberation of antherozoids, x 180.

Fig. 15. Female cell, x 180. Fig. 16. Oosphere with antherozoids, x 180.

Fig. 17. Protrusion of immature oosphere, x 180. Fig. 18. Mature zygotes, x 48.

Fig. 19. Mature zygote (round), x 200. Fig. 20. Mature zygotes, (ovoid), x 110.

Its middle layer is verrucose, while the outer and inner layers are smooth.

### DISCUSSION

Among members of the Chlorococcales, oogamy has been recorded in three species of *Golenkinia*, namely *G. solitaria* KORSCH. and *G. longispina* KORSCH. by KORSCHIKOFF (1937) and in *G. minutissima* IYENG. & BALAK. by IYENGAR & BALAKRISHNAN (1956). It has also been found in *Micrataenium pusillum* FRES. by KORSCHIKOFF (1937) and in *Dictyosphaerium indicum* IYENG. & RAMAN. by IYENGAR & RAMANATHAN (1940). Probable oospores have been observed by NYGAARD (1949) and LUND (1954) in *Micrataenium pusillum* FRES.

In *Dictyosphaerium indicum*, two oospheres are formed in the oogonium. These are liberated into the surrounding medium before fertilization. In the others, one oosphere is formed within the oogonium. A small opening occurs in the wall of the oogonium, through which the oosphere protrudes slightly. Thus, in these species, the oosphere is almost wholly retained within the female cell, prior to fertilization. In this alga also, one oosphere is formed in the female cell; but the opening in the wall of the oogonium is not small. The wall ruptures considerably on one side, so that the greater part of the oosphere is exposed.

This alga definitely belongs to the Chlorococcales, as is proved by the absence of cell division and the formation of autospores. It does not resemble any of the known genera of the Chlorococcales in appearance, except perhaps *Oocystis*. It differs, however, from *Oocystis*, as it has numerous chloroplasts (over two hundred) which show a tendency to form a reticulum. Moreover, it is much larger in size than any of the known species of *Oocystis* and though found in large numbers, the cells are always solitary and are never in colonies. The naviculoid shape and slender appearance of the cells is certainly distinctive. It is therefore regarded as a new genus and is named *Oocystaenium*.

### DIAGNOSIS

*Oocystaenium* gen. nov.

Cellulae naviculoideae, raro sigmoideae vel crescentis lunae similes; nonnumquam inconspicue crassae ad polos; cellulae masculae tenuiores cellulis femineis. Chloroplasta plurima, singula pyrenoideo infixio ornata. Multiplicatio vegetativa per formationem duarum vel quattuor autosporarum in cellula. Reproductio sexualis oogama. Antherozoidea ovoidea; oosphaerae globosae, raro ovoideae. Zygota

globosa vel ovoidea, serie media parietis verrucosa. Species typica sequens.

*Oocystaenium elegans* sp. nov.

Characteres ut in genere. Cellulae masculae  $37 - 45 \times 150 - 198 \mu$ ; cellulae femineae  $55 - 64 \times 160 - 216 \mu$ ; antherozoida  $10 - 12 \times 16 - 20 \mu$ ; oosphaerae  $100 - 106 \times 100 - 140 \mu$ ; zygota  $102 - 110 \times 102 - 148 \mu$ .

Typus lectus in aqua pluviali in campo ad Goregaon prope Bombay ab auctore seniore, tempore pluvioso mense augusto anni 1954 et positus in praeparatione microscopica sub numero C 4 apud eandem.

*Oocystaenium* gen. nov.

Cells naviculoid, rarely sigmoid or crescentic, sometimes with an inconspicuous thickening at the poles; male cells more slender than the female; chloroplasts numerous, each with an embedded pyrenoid. Vegetative multiplication by the formation of two or four autospores in a cell. Sexual reproduction oogamous; antherozoids ovoid; oospheres globose, rarely ovoid; zygotes globose or ovoid, median layer of wall verrucose.

*Oocystaenium elegans* sp. nov.

General characters same as those of the genus. Male cells  $37 - 45 \times 150 - 198 \mu$ ; female cells  $55 - 64 \times 160 - 216 \mu$ ; antherozoids  $10 - 12 \times 16 - 20 \mu$ ; oospheres  $100 - 106 \times 100 - 140 \mu$ ; zygotes  $102 - 110 \times 102 - 148 \mu$ .

In accumulations of rain water in a field in Goregaon, near Bombay.

#### ACKNOWLEDGEMENT

The authors sincerely thank Rev. Dr. H. SANTAPAU for so kindly rendering into Latin the diagnosis of the new type.

#### REFERENCES

- IYENGAR, M. O. P. & RAMANATHAN, K. R. - 1940 - On sexual reproduction in a *Dictysphaerium*; *J. Ind. bot. Soc.*, 18: 195—200.  
IYENGAR, M. O. P. & BALAKRISHNAN, M. S. - 1956 - On sexual reproduction in a new species of *Golenkinia*; *J. Ind. bot. Soc.*, 35: 371—373.  
KORSCHIKOFF, A. A. - 1937 - On the sexual reproduction (oogamy) in the Micratinieae; *Proc. Kharkov A. Gorky State Univ.*, 10: 109—126. (Cited from IYENGAR, M. O. P. & RAMANATHAN, K. R. 1940, above.)  
LUND, J. W. G. - 1954 - Three new British Algal records and spore-formation in *Micractinium pusillum* FRES.; *The Naturalist, Lond.*, 81—85.  
NYGAARD, G. - 1949 - Hydrobiological studies on some Danish ponds and lakes. Part II. The Quotient hypothesis and some new or little known phytoplankton organisms; *K. danske vidensk. Selsk.*, 1: 293.



## Bibliography

KOMÁREK, JIŘÍ & ETTL, HANUŠ: *Algologische Studien*. Verlag der Tschechoslowakischen Akademie der Wissenschaften Prag 1958; 358 pages; Kčs 41.50.

Prof. Dr. B. FOTT of the Prague University says: „The work of the two authors proves that our (Tcheckoslovakian) younger biological generation scientifically has come to ripeness. The results of their research will gain merited recognition in scientific circles.”

Indeed, this outstanding work includes three studies:

KOMÁREK: „Die taxonomische Revision der planktischen Blaualgen der Tschechoslowakei”.

ETTL: „Zur Kenntnis der Klasse Volvophyceae”

ETTL: „Einige Bemerkungen zur Systematik der Ordnung Chlooniales Pascher.”

The first, which deals with a great part of the Myxophyceae, provides a host of new ideas and perspectives on the studies of these organisms. It surely is the most important work on the taxonomy of Myxophyceae that appeared in the last decades.

The second study, by ETTL, on the Volvophyceae also gives a number of new conceptions on the taxonomy of this class. The author describes many new species. He also makes a survey of the systematics of this class and of its possible evolution.

ETTL's second study is as thoroughgoing as the preceeding one.

The illustrations are very good and KOMÁREK's study in some cases is accompanied by good microphotos.

P. v. O.

SERNOW, S. A.: „Allgemeine Hydrobiologie”. XII/—76 pages, 192 figg. DM 56.—, 1958. Deutscher Verlag der Wissenschaften, Berlin W8.

This book is a translation of the second edition of S. A. SERNOW's work, who in his lifetime was working in Moscow.

SERNOW treats hydrobiology in its real etymological sense. This is an advantage though also a disadvantage. Marine and freshwater biology and hydrography are being treated all together and thus the reader can see the similarities and the points where marine and freshwater biology actually show a different character.

There is something that makes us smile: when the author repro-

duces a figure of Russian origin, he never forgets mentioning the author. When however the author is not Russian, the name is quite often omitted.

So one gets the impression that the greatest part of hydrobiological studies are being done in the U.S.S.R. It is characteristic for most authors of large countries to ignore the scientific work of other nations.

So we find in the bibliography that an impressive part of non-Russian literature was added by the board of translators and it should not be very difficult to extend this list so as to attain a multiple of the number of publications that ought to have been quoted by the author. The fact that SERNOW has tackled with so large a subject, is surely the reason why in places there are some inaccuracies, as e.g. on page 410, fig. 3, where a Chaetognate is eating a herring's larve. With Chaetognates there is no extrasomatic digestion and the mechanism for the introduction of food into the mouth is of such nature that as SERNOW's figure represents it, it is impossible for the Chaetognate to absorb the larve. Various of such details are inaccurate. This is the consequence of having grappled with too extensive a subject.

So we see that the tropical hydrobiology is very neglected. On the other hand, the information on antarctic biology is much better.

For continental readers SERNOW's book is notwithstanding very interesting, for it gives many data on Russian research which for the moment being still are very difficult to obtain.

P. v. O.



Dr W. JUNK, PUBLISHERS, THE HAGUE, NETHERLANDS

---

UITGEVERIJ DR. W. JUNK, DEN HAAG  
PUBLISHERS-VERLAG-EDITEURS

Biologia et Industria  
Biologisch Jaarboek  
Coleopterorum Catalogus  
Documenta Ophthalmologica  
Enzymologia, acta biocatalytica  
Flora Neerlandica  
Fossilium Catalogus I (Animalia)  
Fossilium Catalogus II (Plantae)  
Hydrobiologia, acta hydrobiologica,  
hydrografica et protistologica  
Monographiae Biologicae  
Mycopathologia et Mycologia Applicata  
Qualitas Plantarum et Materiae  
Vegetabiles  
Tabulae Biologicae  
Vegetatio, acta geobotanica

---

## TABULAE BIOLOGICAE

Editors:

G. BACKMAN, *Lund* - A. FODOR, *Jerusalem* - A. FREY-WYSSLING, *Zürich*  
A. C. IVY, *Chicago* - V. J. KONINGSBERGER, *Utrecht* - A. S. PARKES, *London*  
A. C. REDFIELD, *Woods Hole, Mass.* - E. J. SLIJPER, *Amsterdam*  
H. J. VONK, *Utrecht*

*Scope:* Constants and Data (with some didactic context) from all parts of biology and border-line sciences, selected and established by competent specialists. Quotations of all the original works for further reference. Text in English, French, German. Headings in the index also in Italian and in Latin.

### SPECIAL VOLUMES:

Vol. XIX: CELLULA ( 4 parts) complete. 1939—1951..... f 148.—  
Vol. XXI: DIGESTIO (4 parts) complete. 1946—1954..... f 290.—  
part 3/4 Evertbrates (with index) 1954.... f 140.—



# CONTENTS

W. KNOTT: Niederrheinische Stechmücken. Ein Beitrag zur Ökologie der Culiciden .....	1
M. DE RIDDER: Studies on Brackish-water Rotifers. V. Some Rotifers from Weymouth Harbour (British Channel) .....	128
A. SERFATY, R. LABAT & R. QUILLIER: Les réactions cardiaques chez la carpe ( <i>Cyprinus carpio</i> ) au cours d'une anesthésie prolongée .....	144
H. B. N. HYNES: On the Occurrence of <i>Gammarus duebeni</i> LILLJEBORG in Fresh Water and of <i>Asellus meridianus</i> RACOVITZA in Western France .....	152
R. E. HALL: The Development of Eggs of <i>Chirocephalus diaphanus</i> PRÉVOST at a Low Temperature.....	156
R. E. HALL: Delayed Development of Eggs of <i>Chirocephalus diaphanus</i> PRÉVOST .....	160
J. HRBÁČEK: Circulation of Water as a Main Factor Influencing the Development of Helmets in <i>Daphnia cucullata</i> SARS. ....	170
M. ŠTĚPÁNEK, H. ETTL & M. VOTAVOVÁ: A Note to Explanation of Reservoir Water Taste and Odour.....	186
E. A. GONZALVES & K. R. MEHRA: <i>Oocystaenium</i> , a new genus of the Chlorococcales .....	201
Bibliography .....	207

Prix d'abonnement du tome XIII

Subscribers price for volume XIII

Abonnementspreis für Band XIII

fl. holl. 45.—

Dutch fl. 45.—

Holl. fl. 45.—